

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 292**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2013 E 13705279 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2898621**

54 Título: **Método y nodo de comunicación para el mapeo de un mensaje de canal del control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH**

30 Prioridad:

19.09.2012 US 201261702817 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

21.04.2016

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**FRENNE, MATTIAS;
CHENG, JUNG-FU;
ERIKSSON, ERIK;
LARSSON, DANIEL;
FURUSKOG, JOHAN y
KOORAPATY, HAVISH**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 567 292 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y nodo de comunicación para el mapeo de un mensaje de canal del control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH

Sector técnico

- 5 Las realizaciones de esta memoria se refieren a un nodo de comunicación y a un método en el mismo. En particular, el sector técnico se refiere al mapeo de símbolos de un mensaje del Canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH (Enhanced Physical Downlink Control CHannel, en inglés).

Antecedentes

- 10 La tecnología de la Evolución a largo plazo (LTE – Long Term Evolution, en inglés) del Proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP – 3rd Generation Partnership Project, en inglés) es una tecnología de comunicación inalámbrica de banda ancha mediante telefonía móvil en la cual las transmisiones de las estaciones de base, denominadas también NodosB mejorados (eNB – Enhanced NodeBs, en inglés) a las estaciones de telefonía móvil, denominadas también Equipos de usuario (UE – User Equipment, en inglés), son enviadas utilizando Multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés). La OFDM divide la señal en
- 15 múltiples subportadoras paralelas en frecuencia. La unidad básica de transmisión en LTE es un Bloque de recursos (RB – Resource Block, en inglés) que, en su configuración más común, comprende 12 subportadoras y 7 símbolos de OFDM, un intervalo. Un término común es asimismo un Bloque de recursos físicos (PRB – Physical Resource Block, en inglés) para indicar el RB en un recurso físico. Dos PRB en la misma subtrama que utilizan las mismas 12 subportadoras se denominan par de PRB. Este es la unidad de recurso mínima que puede ser planificada en LTE.

- 20 Una unidad de una subportadora y un símbolo de OFDM se denominan Elemento de recurso (RE – Resource Element, en inglés) 4, tal como se muestra en la representación del recurso físico de enlace descendente 2 en la figura 1. De este modo, un PRB incluye 84 RE. Un símbolo de OFDM 6 que incluye un prefijo cíclico se muestra asimismo en la figura 1. El prefijo cíclico hace a la señal de OFDM menos sensible a la dispersión en el tiempo del canal. Insertar un prefijo cíclico se consigue simplemente copiando la última parte del símbolo de OFDM e insertándola al principio del símbolo de OFDM. Una subtrama de radio de LTE está compuesta por múltiples bloques de recursos en frecuencia, determinando el número de PRB el ancho de banda del sistema, y dos intervalos en el tiempo, tal como se muestra mediante la subtrama de enlace descendente 8 de la figura 2. Adicionalmente, en el dominio del tiempo, las transmisiones de enlace descendente de LTE pueden ser organizadas en tramas de radio de 10 ms, comprendiendo cada trama de radio diez subtramas del mismo tamaño de longitud $T_{\text{subtrama}} = 1$ ms.

- 30 Los mensajes transmitidos sobre un enlace de radio a los UE pueden ser clasificados de manera amplia como mensajes de control y mensajes de datos. Los mensajes de control se utilizan para facilitar la adecuada operación del sistema, así como una adecuada operación de cada UE dentro del sistema. Los mensajes de control podrían incluir órdenes para controlar funciones tales como la potencia transmitida desde un UE, la señalización de RB dentro de la cual van a ser recibidos los datos por parte del UE o van a ser transmitidos desde el UE, etcétera.

- 35 En la Versión 8 de las especificaciones de LTE del 3GPP, con referencia específica a los documentos TS 36.211, TS 36.212, TS 36.213 del 3GPP, el primero de cuatro símbolos de OFDM, dependiendo de la configuración, en una subtrama está reservado para contener tal información de control, como se muestra, por ejemplo, mediante la región de control 10 de la figura 2. Además, en la Versión 11 de las especificaciones de LTE del 3GPP, se introdujo un canal de control mejorado, Canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH), en el cual están reservados pares de PRB para contener exclusivamente transmisiones del EPDCCH, aunque excluyendo del par de PRB los uno a cuatro primeros símbolos que pueden contener información de control para los UE de versiones anteriores a la Versión 11 de las especificaciones de LTE del 3GPP. Una ilustración de ello se muestra en la figura 3. En la figura 3, la subtrama de enlace descendente 12 muestra diez pares de RB y la configuración de tres regiones del EPDCCH, indicadas como rellenas con rayado horizontal, vertical y diagonal, de tamaño de un par de PRB cada una. Los pares de PRB restantes se pueden utilizar para las transmisiones del Canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH – Physical Downlink Shared CHannel, en inglés).

- 50 Por ello, el EPDCCH es multiplexado en frecuencia con las transmisiones del PDSCH contrarias al PDCCH que está multiplexado en el tiempo con transmisiones del PDSCH. La Asignación de recursos (RA) para las transmisiones del PDSCH existe en varios tipos de RA, dependiendo del formato de la Información de control del enlace descendente (DCI – Downlink Control Information, en inglés). Algunos tipos de RA pueden tener una granularidad de planificación mínima de un Grupo de bloques de recursos (RBG – Resource Block Group, en inglés). Un RBG es un conjunto de bloques de recursos adyacentes, en frecuencia, y cuando se planifica el UE, al UE se le asignan recursos en términos de RBG y no RB individuales.

- 55 Cuando un UE es planificado en el enlace descendente (DL – DownLink, en inglés) y el mensaje de Información de control del enlace descendente (DCI) está contenido en un EPDCCH, el UE debe asumir que los pares de PRB que contienen una asignación de DL están excluidos de la asignación de recursos, es decir, aplica la adaptación de velocidades. En esta memoria, adaptación de velocidades significa que se asegura que el número de bits de salida del codificador coincide con el número de bits disponibles del canal físico. De manera que, en este contexto, los

pares de PRB que contienen una asignación de DL no tienen ningún bit de canal físico disponible para la transmisión del PDSCH. La adaptación de velocidades es llevada a cabo eliminando de manera sistemática los bits codificados de la salida. Qué bits son eliminados es conocido tanto para el lado transmisor como para el lado receptor. Esto se conoce también como adaptación de velocidades de cadena de codificación. Por ejemplo, si para un UE se planifica un PDSCH en un cierto RBG de tamaño de 3 pares de PRB adyacentes, y uno de estos pares de PRB comprende la asignación de DL, el UE debe asumir que el PDSCH solo es transmitido en los dos pares de PRB restantes en este RBG. Debe observarse que la multiplexación del PDSCH en alguna transmisión del EPDCCH dentro de un par de PRB no está soportada en la Versión 11 de las especificaciones de LTE del 3GPP.

Los PDCCH y los EPDCCH son transmitidos sobre recursos de radio que son compartidos entre varios UE de usuario. Cada PDCCH comprende partes más pequeñas, conocidas como Elementos del canal de control (CCE – Control Channel Elements, en inglés), para permitir la adaptación del enlace mediante el control del número de CCE que un PDCCH está utilizando. El número de CCE en un PDCCH se denomina nivel de agregación del CCE, y puede ser una secuencia lógica de 1, 2, 4 u 8 CCE consecutivos. El número total de CCE disponibles dentro de la región de control, véase la figura 2, es determinado mediante una configuración del Canal de indicador de formato de control físico (PCFICH – Physical Control Format Indicator CHannel, en inglés), el ancho de banda del sistema y el número de recursos de PHICH configurados. Cada PDCCH comprende exactamente una DCI.

Se requieren múltiples niveles de agregación para soportar múltiples formatos de DCI para mejorar la utilización de recursos y proporcionar medios para adaptar la velocidad de codificación del mensaje de DCI a la calidad del canal. El tamaño de la DCI varía mucho dependiendo del formato y del ancho de banda del canal. Los PDCCH con diferentes niveles de agregación pueden incrementar la granularidad de la utilización de recursos, en lugar de una solución en la que “un tamaño se adapta a todo”. Pueden utilizarse mayores niveles de agregación para las asignaciones de recursos para el mensaje de control de la emisión, para proporcionar mayor protección. El nivel de agregación para los mensajes de control puede ser 4 u 8, mientras que el nivel de agregación para los mensajes de DCI que planifican transmisiones de PDSCH o PUSCH específicas para el UE puede ser 1 o 2 o 4 u 8. Por ello, se especifica que, para el PDCCH, un UE tiene que monitorizar cuatro niveles de agregación de CCE, a saber, 1, 2, 4 y 8, para el espacio de búsqueda específico para un UE y dos niveles de agregación de CCE, a saber, 4 y 8, para el espacio de búsqueda común. Un espacio de búsqueda es una colección de CCE dentro del conjunto total de todos los CCE en una subtrama en la que el UE puede encontrar (es decir, está buscando) sus candidatos de PDCCH.

Las especificaciones técnicas del 3GPP 36.213 “Physical Layer Procedures, Release 8”, del 2008, en la Sección 9.1.1 describen un espacio de búsqueda $S_k^{(L)}$ en el nivel de agregación $L \in \{1, 2, 4, 8\}$, que está definido mediante un conjunto contiguo de CCE dado por lo que sigue:

$$(Z_k^{(L)} + i) \bmod N_{CCE,k} \tag{1}$$

en el que $N_{CCE,k}$ es el número total de CCE en la región de control de la subtrama k , $Z_k^{(L)}$ define el inicio del espacio de búsqueda $i = 0, 1, \dots, M^{(L)} \cdot L - 1$ y $M^{(L)}$ es el número de PDCCH para ser monitorizados en el espacio de búsqueda dado. Cada CCE comprende 36 QPSK símbolos de modulación. El valor de $M^{(L)}$ se especifica mediante la Tabla 9.1.1-1 en las Especificaciones técnicas del 3GPP 36.213 “Physical Layer Procedures (Release 8)”, que se replica a continuación.

Tabla 1: $M^{(L)}$ con respecto a Nivel de agregación para el PDCCH

Tipo de espacio de búsqueda $S_k^{(L)}$	Nivel de agregación L	Tamaño [en CCE]	Número de candidatos del PDCCH $M^{(L)}$
Específico para un UE	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Común	4	16	4
	8	16	2

Con esta definición, los espacios de búsqueda para diferentes niveles de agregación pueden superponerse unos con otros independientemente del ancho de banda del sistema. De manera más específica, el espacio de búsqueda específico para un UE y el espacio de búsqueda común pueden superponerse, y los espacios de búsqueda para diferentes niveles de agregación pueden superponerse. Véase un ejemplo mostrado a continuación, en el que existen un total de nueve CCE y una superposición muy frecuente entre PDCCH candidatos:

Ejemplo 1: $N_{CCE,k} = 9$, $Z_k^{(L)} = \{1, 6, 4, 0\}$ para $L = \{1, 2, 4, 8\}$, respectivamente.

Espacio de búsqueda $S_k^{(L)}$		Candidatos de PDCCH en términos de índice del CCE
Tipo	Nivel de agregación L	
Específico para un UE	1	{1}, {2}, {3}, {4}, {5}, {6}
	2	{6, 7}, {8, 0}, {1, 2}, {3, 4}, {5,6}, {7,8}
	4	{4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2}
	8	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}
Común	4	{0, 1, 2, 3}, {4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2}, {3, 4, 5, 6}
	8	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}

De manera similar que para el PSCCH, el EPDCCH es transmitido sobre recursos de radio compartidos por múltiples UE y se introduce un CCE mejorado (eCCE – Enhanced CCE, en inglés) como el equivalente al CCE para el PDCCH. Un eCCE tiene asimismo un número fijo de RE, pero el número de RE disponibles para el mapeo del EPDCCH es generalmente menor que este número fijo, debido a que muchos RE están ocupados por otras señales tales como las Señales de referencia específicas para una célula (CRS – Cell-specific Reference Signals, en inglés) y la Señal de referencia para información del estado del canal (CSI-RS – Channel State Information - Reference Signal, en inglés). La adaptación de velocidades para la cadena de codificación se aplica siempre que un RE perteneciente a un eCCE contiene otras señales que colisionan, tales como la CRS, la CSI-RS, la región de control heredada o, en caso de la Duplexación por división de tiempo (TDD – Time Division Duplexing, en inglés), el Periodo de guarda (GP – Guard Periodo, en inglés) y el Intervalo de tiempo piloto del enlace ascendente (UpPTS – Uplink Pilot Time Slot, en inglés). Por ello, el RE ocupado por las señales que colisionan no pertenece a los bits disponibles del canal físico para el EPDCCH.

Considérese el ejemplo de la figura 4, en el que el elemento 14 ilustra el mapeo del PDCCH, que evita la CRS, de manera que un CCE siempre contiene $T_{disp} = 36$ RE disponibles. En el elemento 16 se muestra cómo un eCCE contiene 36 RE nominalmente, pero el número de RE disponibles es menor en caso de que existan señales que colisionan; por ello $T_{disp} \leq 36$ RE para el EPDCCH. Dado que las señales que colisionan dependen de la subtrama, el valor de T_{disp} resulta también dependiente de la subtrama, e incluso puede ser diferente para diferentes eCCE si las colisiones impactan en los eCCE de manera no uniforme. Debe observarse que cuando el número de eCCE por par de PRB es dos, véase cuando ocurre esto en la Tabla 3 que sigue, el número nominal de RE por eCCE no es 36, sino por el contrario 72 o 64 para longitud de prefijo cíclico (CP – Cyclic Prefix, en inglés) normal y extendida, respectivamente.

En la Versión 11 de las especificaciones de LTE del 3GPP, el EPDCCH soporta solo el espacio de búsqueda específico para el UE, mientras que el espacio de búsqueda común sigue siendo monitorizado en el PDCCH en la misma subtrama. En versiones futuras, el espacio de búsqueda puede ser introducido asimismo para la transmisión del EPDCCH. Se especifica que el UE monitoriza los niveles de agregación 1, 2, 4, 8, 16 y 32 del eCCE con las restricciones mostradas en la Tabla 2 que sigue, en la que n_{EPDCCH} es el número de RE disponibles para la transmisión del EPDCCH en un par de PRB. Los diferentes niveles de agregación están numerados como formato de EPDCCH 0, 1, 2, 3 y 4. En la Tabla 2, la transmisión distribuida y localizada se refiere al mapeo del EPDCCH a elementos de recurso.

Tabla 2 niveles de agregación para el EPDCCH

Formato del EPDCCH	Niveles de agregación		Resto de los casos	
	Subtramas normales y subtramas especiales, configuración 3, 4, 8, con $n_{EPDCCH} < 104$ y utilizando prefijo cíclico normal		Transmisión localizada	Transmisión distribuida
	Transmisión localizada	Transmisión distribuida		
0	2	2	1	1
1	4	4	2	2
2	8	8	4	4
3	16	16	8	8
4	-	32	-	16

En la transmisión distribuida, un EPDCCH puede ser mapeado a elementos de recurso en hasta D pares de PRB, donde $D = 2, 4$ u 8 , pudiendo asimismo considerarse el valor de $D = 16$. De esta manera, la diversidad de frecuencia puede conseguirse para el mensaje del EPDCCH. Véase la figura 5 para un ejemplo esquemático en el cual una subtrama de enlace descendente 18 muestra cuatro partes pertenecientes a un EPDCCH que es mapeado a múltiples de las regiones de control mejorado conocidas como pares de PRB, para conseguir transmisión distribuida y diversidad de frecuencias o precodificación de sub-banda.

En la transmisión localizada, un EPDCCH es mapeado solamente a un par de PRB, si el espacio lo permite (lo que siempre es posible para el nivel de agregación uno y dos y para longitud de subtramas normal y de CP normal también para el nivel 4). En caso de que nivel de agregación del EPDCCH sea demasiado grande, se utiliza también un segundo par de PRB, y así sucesivamente, utilizando más pares de PRB, hasta que todos los eCCE pertenecientes al EPDCCH hayan sido mapeados. El número de eCCE que caben en un par de PRB viene dado por la Tabla 3 que sigue.

Tabla 3 Número de eCCE por par de PRB en la transmisión localizada

Prefijo cíclico normal		Prefijo cíclico extendido	
Subtrama normal	Subtrama especial, configuración 3, 4, 8	Subtrama normal	Subtrama especial, configuración 1, 2, 3, 5, 6
4		2	

La figura 6 muestra una ilustración de transmisión localizada. En la figura 6, la subtrama de enlace descendente 20 muestra los cuatro CCE pertenecientes a un EPDCCH que son mapeados a una de las regiones de control mejorado, para conseguir una transmisión localizada.

Como ejemplo, en la subtrama normal y con longitud de CP normal y con $n_{EPDCCH} \geq 104$, la transmisión localizada está utilizando niveles de agregación (1, 2, 4, 8) y son mapeados a (1, 1, 1, 2) pares de PRB respectivamente.

Para facilitar el mapeo de los eCCE a recursos físicos, cada par de PRB se divide en 16 Grupos de elementos de recurso mejorado (eREG – Enhanced Resource Element Groups, en inglés) y cada eCCE se divide en 4 u 8 eREG para prefijo cíclico normal y extendido, respectivamente. Un EPDCCH es en consecuencia mapeado a un múltiplo de cuatro o de ocho eREG dependiendo del nivel de agregación. Estos eREG pertenecientes a un EPDCCH residen en un único par de PRB, como es típico para la transmisión localizada, o en un múltiplo de pares de PRB, como es típico para la transmisión distribuida. La división exacta de un par de PRB en eREG puede efectuarse de diferentes maneras. Un ejemplo de la división de un par de PRB en eREG se ilustra en la figura 7.

La figura 7 muestra un par de PRB de configuración de prefijo cíclico normal en una subtrama normal. Cada casilla es un elemento de recurso en el que el número corresponde a un eREG en el cual está agrupado. Las casillas con rayado diagonal inclinado a la derecha corresponden al primer eREG indexado con 0. Las casillas con rayado diagonal inclinado a la izquierda comprenden las señales de referencia de desmodulación (DMRS – DeModulation Reference Signals, en inglés).

Por lo que respecta a los estándares del 3GPP, no se ha acordado aún en el 3GPP cómo están agrupados respectivamente cuatro u ocho eREG en los eCCE. No se sabe aún cómo son mapeados los símbolos de un mensaje del EPDCCH codificados y modulados a los RE dentro de los recursos reservados por sus eREG asociados. Adicionalmente, el número de descodificaciones ciegas por nivel de agregación para el EPDCCH no ha sido aún decidido en las tareas de estandarización del 3GPP. Asimismo, no se ha decidido aún cómo se genera la aleatorización del espacio de búsqueda para mapeos localizados y distribuidos, aunque la superposición entre candidatos del EPDCCH de diferentes niveles de agregación se producirá también para el EPDCCH, como es el caso para el PDCCH.

La transmisión del PDCCH y del EPDCCH emplea adaptación de velocidades basada en una memoria temporal circular para el código Convolutivo circular de velocidad 1/3. Debido a la repetición de los bits codificados y a la superposición del espacio de búsqueda entre diferentes niveles de agregación, múltiples niveles de agregación pueden pasar una Comprobación de redundancia cíclica (CRC – Cyclic Redundancy Check, en inglés), como se explicará en esta memoria para el caso del PDCCH, en el que el número de RE disponibles por CCE es siempre $T_{disp} = 36$.

Debido a la adaptación de velocidades basada en memoria temporal circular, para un tamaño de agregación dado del PDCCH (2, 4 u 8), los bits codificados empiezan a repetirse después del 1^{er} CCE. En la figura 8, se muestra un ejemplo para un tamaño de carga útil particular (48 bits). Se puede ver en la figura 8, que con un tamaño de agregación 8, existen cuatro repeticiones y cada repetición empieza con la misma ubicación en la memoria temporal circular.

En general, la condición necesaria para tener niveles que se confunden se puede expresar como se muestra a continuación en la ecuación (2).

$$3 \times N \times k = 2 \times T_{\text{disp}} \times m \quad (2)$$

en la que N es el tamaño de carga útil ambigua y m y k son los dos enteros. Para PDCCH, el número de símbolos modulados por CCE puede ser, $T_{\text{disp}} = 36$, como se ha explicado anteriormente. Por ello, para PDCCH se puede simplificar la ecuación (2), como se muestra a continuación en la ecuación (2').

$$5 \quad N \times k = 24 \times m \quad (2')$$

Se debe observar que, dado que el UE no es necesario para descodificar el PDCCH con tasa de código mayor que 0,8, N no deber mayor de $58 \times (8 - m)$. Por ejemplo, cuando $N = 48$, $m = 2k$, de tal manera que k puede tomar un valor de 1, 2, o 4. Cualquier combinación de {1, 2, 4, 8} puede crear niveles de agregación, 2 o más, que se confunden. La carga útil del PDCCH de LTE comprende bits de información y una comprobación de redundancia cíclica (CRC) de 16 bits correspondiente, y el tamaño de la carga útil en no menos de 12 bits. Los bits de CRC son función de los bits de carga útil y proporcionan al receptor la posibilidad de verificar con alta probabilidad si la carga útil detectada es correcta. Una lista exhaustiva de todos los tamaños de carga útil problemáticos aplicables a la transmisión del PDCCH en el sistema de LTE se muestra a continuación en el conjunto (3) que sigue.

$$\{12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56\} \quad (3)$$

15 Debido a la repetición de bits codificados y a la superposición del espacio de búsqueda entre diferentes tamaños de agregación en el PDCCH, múltiples tamaños de agregación pueden pasar la comprobación de CRC. Dado que el 1^{er} CCE del PDCCH está ligado al recurso de ACK/NACK del enlace ascendente para la planificación dinámica, un UE puede enviar su ACK/NACK en un recurso diferente que es desconocido por el eNB, son posibles múltiples recursos de ACK/NACK. De tal modo, podría producirse una confusión en la ubicación del recurso ACK/NACK del enlace ascendente (UL) mapeado desde el 1^{er} CCE de las correspondientes concesiones del PDCCH, cuando dos o más candidatos de descodificación del PDCCH de diferentes niveles de agregación tienen diferentes índices de CCE más bajos. La potencialmente errónea ubicación del recurso ACK/NACK del UL no solo crea una interferencia de UL innecesaria, sino que también puede impactar en el rendimiento del enlace descendente, especialmente para UE de alta geometría. Un UE de alta geometría es un UE con buena calidad de canal, tal como con una elevada relación de señal a interferencia. Para evitar este problema para el PDCCH, una solución propuesta (no relacionada con las realizaciones de esta memoria) incluye uno o más bits cero añadidos a la carga útil, hasta que la carga útil de formato DCI no pertenece a una de las cargas útiles enumeradas en el conjunto (3).

La carga útil de DCI incluye un CRC de 16 bits, que puede entonces ser codificado y adaptado en velocidad. Los bloques de bits $b^{(i)}(0), \dots, b^{(i)}(M_{\text{bit}}^{(i)} - 1)$ en cada uno de los canales de control para ser transmitidos en una subtrama, donde $M_{\text{bit}}^{(i)}$ es el número de bits en una subtrama para ser transmitidos en el canal de control número i del enlace descendente físico, son multiplexados, resultando en un bloque de bits

$b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{\text{bit}}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{\text{bit}}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(0), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(M_{\text{bit}}^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)} - 1)$, donde n_{PDCCH} es el número de PDCCH transmitidos en la subtrama.

El bloque de bits

35 $b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{\text{bit}}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{\text{bit}}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(0), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(M_{\text{bit}}^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)} - 1)$ es a continuación aleatorizado con una secuencia específica para una célula ante de la modulación, resultando en un bloque de bits aleatorizados $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{\text{tot}} - 1)$ de acuerdo con la ecuación (4) que sigue.

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \text{ mod } 2 \quad (4)$$

40 en la que la secuencia aleatorizada $c(i)$ se describe en la Sección 7.2 de las Especificaciones técnicas del 3GPP 36.213 "Procedimientos de capa física de versión 8". El generador de secuencia de aleatorización se inicializa con

$c_{\text{inic}} = \lfloor n_s / 2 \rfloor 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{célula}}$ figura al inicio de cada subtrama donde n_s es el número de intervalo. Por ello, la iniciación de la secuencia de aleatorización depende del identificador de la célula, $N_{\text{ID}}^{\text{célula}}$.

45 Existe asimismo un problema con los tamaños de la carga útil problemática también para las transmisiones del EPDCCH. No obstante, dado que el número de RE disponibles por eCCE, T_{disp} , no es ni un número fijo ni una constante sobre diferentes subtramas, la solución de la Tabla 5.3.3.1.2-1 de las Especificaciones técnicas del 3GPP 36.212 "Multiplexing and channel coding" de identificar tamaños de carga útil problemáticos resulta intratable, dado que es necesario un conjunto de tamaños de carga útil problemáticos para cada posible valor de T_{disp} . Además, diferentes eCCE pueden tener un número diferente de RE disponibles que hace a una solución con tamaños de carga útil problemáticos menos atractiva incluso.

Esto lleva al mismo problema de confusión de ACK/NACK de UL que existía para la Versión 8 de las especificaciones de LTE del 3GPP antes de que se encontrara una solución para el PDCCH, dado que también para las otras transmisiones del EPDCCH, los recursos de ACK/NACK de UL son función del índice del primer eCCE de la asignación de DL relacionada. Además, esto puede llevar a un problema de ambigüedad en la asignación de recursos de PDSCH si el nivel de agregación del EPDCCH detectado correctamente es menor que el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH transmitido realmente, de manera que el UE asumirá menos pares de PRB que los utilizados realmente para la asignación del DL.

El UE asume que un par de PRB planificado que no se utiliza para la transmisión del EPDCCH de la asignación de DL contendrá la correspondiente transmisión del PDSCH. Si el UE detecta el EPDCCH con un nivel de agregación menor, puede ocurrir en algunos casos que el UE asuma que se utilizan menos pares de PRB para el EPDCCH de los que se utilizan realmente. En estos casos, el UE asumirá que estos contienen transmisiones del PDSCH, y la recepción del PDSCH fallará.

El documento WO 2012/109542 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS [US]; MARINIER PAUL [CA]; LEE MOON-IL [US] 16 de agosto de 2012 (2012-08-16) describe un método en un nodo de comunicación para el mapeo de símbolos de un mensaje del Canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, cuyo EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación, en el que para cada nivel de agregación, un mensaje del EPDCCH está constituido por un conjunto de Elementos del canal de control, eCCE, en el que cada eCCE está mapeado a un conjunto de múltiples Grupos de elementos de recurso, eREG, en el que cada eREG es un grupo de Elementos de recurso, RE, en un par de Bloques de recursos físicos, PRB.

Compendio

Es, por lo tanto, un objeto de las realizaciones de esta memoria proporcionar una manera de mejorar las comunicaciones en los sistemas de LTE, que minimice y/o evite los problemas descritos anteriormente.

De acuerdo con un primer aspecto de las realizaciones de esta memoria, el objeto se consigue mediante un método en un nodo de comunicación para el mapeo de símbolos de un mensaje del Canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH. El EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación. Para cada nivel de agregación, un mensaje de EPDCCH está constituido por un conjunto de Elementos del canal de control, eCCE. Cada eCCE es mapeado a un conjunto de múltiples Grupos de elementos de recursos mejorados, eREG, en el que cada eREG es un grupo de Elementos de recursos, RE, en un par de Bloques de recursos físicos, PRB. El nodo de comunicación mapea los símbolos del mensaje del EPDCCH al conjunto de RE que constituye los múltiples eREG al cual corresponde el conjunto de eCCE. El orden en el que los símbolos de EPDCCH son mapeados al conjunto de RE depende del nivel de agregación.

De acuerdo con un segundo aspecto de las realizaciones de esta memoria, el objeto se consigue mediante un nodo de comunicación para el mapeo de símbolos de un mensaje del Canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH. El EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación. Para cada nivel de agregación, un mensaje del EPDCCH está constituido por un conjunto de Elementos del canal de control, eCCE. Cada eCCE es mapeado a un conjunto de múltiples Grupos de elementos de recursos, eREG, en el que cada eREG es un grupo de Elementos de recursos, RE, en un par de bloques de recursos físicos, PRB. El nodo de comunicación comprende un circuito de codificación de canal configurado para mapear los símbolos del mensaje del EPDCCH al conjunto de RE que constituye los múltiples eREG al cual corresponde el conjunto de eCCE. El orden en el cual son mapeados los símbolos del EPDCCH al conjunto de RE depende del nivel de agregación.

Dado que el nivel de agregación está indicado en el mensaje del EPDCCH, una ubicación del recurso de ACK/NACK de UL potencialmente errónea provocada por un nivel de agregación mal interpretado por un UE, creando una interferencia de UL innecesaria, e impactando en un rendimiento negativo del enlace descendente, se puede evitar. Esto resulta en unas comunicaciones mejoradas en los sistemas de LTE.

Una ventaja de las realizaciones de esta memoria es que el problema del fallo para recibir el PDSCH cuando es planificado desde el EPDCCH con niveles de agregación altos es eliminado.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan ilustran realizaciones de ejemplo de la presente invención, en las cuales:

la figura 1 representa un recurso físico de enlace descendente de la Evolución a largo plazo (LTE);

la figura 2 muestra una subtrama de enlace descendente;

la figura 3 muestra una subtrama de enlace descendente con diez pares de RB;

la figura 4 ilustra una diferencia entre un CCE y un eCCE;

la figura 5 representa otra subtrama de enlace descendente;

la figura 6 muestra otra subtrama de enlace descendente;

la figura 7 ilustra un par de PRB de configuración de prefijo cíclico normal en una subtrama normal;

la figura 8 ilustra un ejemplo de repetición de CCE;

la figura 9 ilustra realizaciones de un sistema de comunicaciones de radio;

5 la figura 10 es un diagrama de flujo que representa realizaciones de un método en un nodo de comunicación;

la figura 11 muestra los principales elementos funcionales de un circuito de codificación de canal de acuerdo con una realización de ejemplo;

la figura 12 muestra una pluralidad de eCCE de acuerdo con una realización de ejemplo;

la figura 13 ilustra cómo pueden ser mapeados los eCCE a eREG de acuerdo con una realización de ejemplo; y

10 la figura 14 muestra un nodo de comunicación de acuerdo con una realización de ejemplo.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada de la invención hace referencia a los dibujos que se acompañan. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican los mismos o similares elementos. Asimismo, la siguiente descripción detallada no limita la invención.

15 En la Evolución a largo plazo (LTE), un canal de control mejorado ha sido introducido en la Versión 11, conocido como el Canal de control de enlace descendente físico (EPDCCH) que incluye una agregación de N Elementos del canal de control mejorado (eCCE), donde N es variable. Debido a la estructura del codificador del EPDCCH, un UE puede, en algunas circunstancias, detectar el EPDCCH correctamente, utilizando menos de los eCCE utilizados realmente. Esto puede conducir a dos problemas potenciales; (1) el recurso de HARQ-ACK será seleccionado erróneamente por el equipo de usuario (UE) y habrá un malentendido entre el eNB y el UE cuyo recurso se utiliza; y (2) el UE asumirá falsamente que se puede utilizar un par de PRB para ser utilizado para la transmisión del EPDCCH se utiliza por el contrario para la transmisión del Canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH), provocando un error en la recepción del PDSCH.

20 De acuerdo con una realización de ejemplo de esta memoria, estos problemas pueden ser resueltos mediante la introducción de un medio para que el UE detecte el nivel de agregación utilizado de una transmisión del EPDCCH recibido. El UE puede tratar de manera no deliberada de detectar el nivel de agregación, pero una consecuencia es que, cuando el UE ha detectado el EPDCCH, también conoce el nivel de agregación sin ninguna ambigüedad. De esta manera, el UE puede detectar el EPDCCH sin ambigüedad en qué nivel de agregación fue utilizado para la transmisión. Esto puede asegurar que el primer índice del eCCE se obtiene correctamente para obtener los recursos de ACK/NACK (UL) correctos. Además, las realizaciones de ejemplo de esta memoria aseguran que no existe la confusión de que un par de PRB que contiene las transmisiones del EPDCCH contiene las transmisiones del PDSCH.

25 Una manera de conseguir esto es introducir una manera de mapear símbolos a un conjunto de RE de un mensaje de EPDCCH específico para el EPDCCH y específico para el nivel de agregación, que constituye los múltiples eREG al cual corresponde el conjunto de eCCE, en la que el orden en el cual son mapeados los símbolos del EPDCCH al conjunto de RE depende del nivel de agregación. Un eCCE se define como un grupo de 4 u 8 eREG, definido en la malla de tiempo frecuencia de OFDM de los RE en la capa física. Por ejemplo, el eCCE#0 puede comprender eREG 0, 4, 8 y 12. Cada eREG consiste a su vez en un grupo especificado de RE dentro de un par de PRB. Un ePDCCH puede comprender uno o múltiples eCCE, y por ello el conjunto de eCCE que forman un EPDCCH corresponde en la capa física a múltiples eREG.

30 Otra manera de conseguir esto es introducir una aleatorización del EPDCCH específica para el EPDCCH y específica para el nivel de agregación. Si el UE no asume la secuencia de aleatorización correcta, es decir, el nivel de agregación correcto, la detección del EPDCCH fallará.

35 De acuerdo con las realizaciones de ejemplo, existen sistemas y métodos para eliminar los errores de detección del EPDCCH en un sistema de telecomunicaciones de LTE. La carga útil el EPDCCH que incluye bits de prefijo cíclico y bits de CRC añadidos puede ser codificada para generar una secuencia de bits codificados para su transmisión. Los bits codificados pueden ser introducidos en una memoria temporal circular.

40 La figura 9 representa un sistema de comunicaciones de radio 100 en el cual se pueden implementar las realizaciones de esta memoria. El sistema de comunicaciones de radio 100 es una red de comunicación inalámbrica tal como un sistema LTE.

50

El sistema de comunicaciones de radio 100 comprende una o más células. En la figura 9, un nodo de comunicación 110 sirve a una célula 115. El nodo de comunicación 110 puede ser un eNodoB, para abreviar eNB, u otro nodo de transmisión tal como por ejemplo un nodo repetidor, asociado con un sistema LTE.

5 Un equipo de usuario (UE) 120 está situado en la célula 115. El UE 120 puede, por ejemplo, ser un teléfono móvil, un ordenador tal como por ejemplo un ordenador portátil, un Asistente digital personal (PDA – Personal Digital Assistant, en inglés) o un ordenador de tableta, denominado en ocasiones placa surf, con capacidad inalámbrica, o cualquier otra unidad de red de radio capaz de comunicarse sobre un enlace de radio con el nodo de comunicación 110 en el sistema de comunicaciones de radio 100. El UE 120 puede ser también un nodo repetidor.

10 Se describirán ahora realizaciones de ejemplo de un método en el nodo de comunicación 110 para el mapeo de símbolos de un mensaje del Canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, con referencia a un diagrama de flujo representado en la figura 10. El nodo de comunicación 110 puede ser un eNodoB, dicho de manera abreviada eNB, o un nodo repetidor. El EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación, en el que para cada nivel de agregación un mensaje de EPDCCH está constituido por un conjunto de eCCE. Cada eCCE es mapeado a un conjunto de múltiples eREG, en el que cada eREG es un grupo de RE en un par de PRB. El método
15 comprende las siguientes acciones, cuyas acciones se pueden realizar en cualquier orden adecuado. Las acciones del método descritas aquí están escritas de manera general, y se describirán con más detalle a continuación. Las acciones 1001 – 1006 y 1008 – 1009 son acciones opcionales de acuerdo con las realizaciones de ejemplo. Las acciones opcionales se ilustran en cajas con líneas de puntos en la figura 10.

20 Acción 1001. En un escenario de ejemplo, el nodo de comunicación 110 ha recibido bits de carga útil del EPDCCH para ser transmitidos al UE 120. El nodo de comunicación 110 puede añadir bits de CRC antes de la codificación. Los bits de CRC son función de los bits de carga útil. De acuerdo con algunas realizaciones, toda la carga útil del PDCCH se utiliza para calcular los bits de paridad de CRC. Los bits de la carga útil del PDCCH se denotan mediante $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$, y los bits de paridad mediante $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$. A es el tamaño de la carga útil del PDCCH y L es el número de bits de paridad.

25 Los bits de paridad se calculan y añaden de acuerdo con la sección 5.1.1, configurando L a 16 bits, resultando en la secuencia $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$, donde $B = A + L$.

Acción 1002. El nodo de comunicación 110 codifica los bits de la carga útil del EPDCCH más los bits de CRC añadidos en tres flujos de paridad de salida de bits codificados en bits codificados. Esto es para generar secuencias de bits codificados.

30 Acción 1003. En algunas realizaciones el nodo de comunicación 110 intercala cada una de la pluralidad de secuencias de salida. Esto es para mejorar el rendimiento del código del canal.

35 Acción 1004. En algunas realizaciones, el nodo de comunicación 110 recoge las secuencias de salida en una memoria temporal. La memoria temporal puede ser una memoria temporal circular. Esto permite proporcionar una adaptación de velocidad efectiva en la siguiente etapa, cubriendo el caso en el que el número de bits del canal físico es mayor, así como menor que el número de bits codificados.

Acción 1005. El nodo de comunicación 110 puede leer la pluralidad de secuencias de salida para hacer coincidir el número de bits del canal físico asignados al EPDCCH. Esto es adaptación de velocidad de la cadena de código, para asegurar que existe un mapeo de uno a uno entre los bits codificados y los bits del canal físico.

40 Acción 1006. El nodo de comunicación 110 puede aleatorizar la secuencia de salida de bits. Esto permite reducir la probabilidad de que un UE tal como el UE 120 detecte un PDCCH de una célula adyacente, conseguida asignando diferentes secuencias de aleatorización a diferentes células, o eNB tales como el nodo de comunicación 110.

Acción 1007.

45 De acuerdo con las realizaciones de esta memoria, el nodo de comunicación 110 mapea los símbolos del mensaje del EPDCCH al conjunto de RE que constituye los múltiples eREG al cual corresponde el conjunto de eCCE. El orden en el cual son mapeados los símbolos del EPDCCH al conjunto de RE depende del nivel de agregación. Esto resulta en un mensaje del EPDCCH que implícitamente indica el nivel de agregación. Cuando el UE 120 recibe el mensaje del EPDCCH con la indicación, se evita cualquier malentendido del nivel de agregación.

50 El mapeo puede ser llevado a cabo mapeando los símbolos del EPDCCH en forma de primera subportadora sobre los eREG asignados, por ejemplo, todos los eREG asignados, de un conjunto de pares de PRB del EPDCCH, y a continuación a lo largo del tiempo.

En una malla de recursos bidimensional, en la que el tiempo (en este contexto los símbolos de OFDM) es una dimensión y la frecuencia (en este contexto subportadoras) la otra, el mapeo en forma de primera subportadora significa que un mensaje empieza a ser mapeado al primer símbolo de OFDM en el tiempo, sobre las subportadoras

en el primer símbolo de OFDM, y a continuación continúa el mapeo en el segundo símbolo de OFDM, sobre las subportadoras en el segundo símbolo, y a continuación el tercer símbolo de OFDM y así sucesivamente.

5 En algunas realizaciones, el nodo de comunicación 110 mapea los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE mediante el mapeo de los símbolos del EPDCCH en forma de primera subportadora sobre los eREG asignados dentro de cada par de PRB, y a continuación en el tiempo, y a continuación sobre los pares de PRB en el conjunto del EPDCCH.

10 En algunas alternativas, el nodo de comunicación 110 mapea los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE mediante el mapeo de los símbolos del EPDCCH en forma de primera subportadora sobre todos los pares de PRB pertenecientes a un conjunto del EPDCCH, es decir sobre los eREG asignados en todos los pares de PRB que pertenecen a un conjunto del EPDCCH, y después en el tiempo.

Los diferentes modos de mapeo se describirán con más detalle a continuación.

Acción 1008

Esta es una acción opcional. El nodo de comunicación 110 puede efectuar una aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para un nivel de agregación.

15 En algunas realizaciones, el nodo de comunicación 110 efectúa una aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para un nivel de agregación, agrupando los bits codificados en porciones de bits del mismo o diferente tamaño que comprenden uno o más bits y reordenando las porciones de bits en un orden que depende del nivel de agregación.

20 En algunas realizaciones alternativas, el nodo de comunicación 110 efectúa una aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para un nivel de agregación agrupando los símbolos del EPDCCH modulados en porciones de símbolos del mismo o diferente tamaño que comprenden uno o más símbolos, y reordenando las porciones en un orden que depende del nivel de agregación.

25 En algunas realizaciones, el nodo de comunicación 110 efectúa la aleatorización del EPDCCH específica para un nivel de agregación aleatorizado cada mensaje de la DCI del EPDCCH con su correspondiente secuencia de aleatorización específica para el nivel de agregación.

En algunas realizaciones, una inicialización de una secuencia de aleatorización para llevar a cabo la aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para el nivel de agregación, depende del nivel de agregación.

30 En algunas realizaciones, el nodo de comunicación 110 efectúa una aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para un nivel de agregación desfasando cíclicamente los bits codificados, en el que desfasar cíclicamente los bits codificados es un desfase cíclico dependiente del nivel de agregación.

El desfase cíclico puede ser efectuado sobre los símbolos modulados o los símbolos modulados precodificados.

Los diferentes modos de realizar la aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para el nivel de agregación se describirán a continuación con más detalle.

35 Esta acción puede ser efectuada en combinación con el mapeo en la acción 1007, pero puede ser asimismo realizada sola sin combinarla con el mapeo en la Acción 1007.

Acción 1009

Esta es una acción opcional. En algunas realizaciones, el nodo de comunicación 110 transmite el mensaje del EPDCCH mapeado al UE 120, en el que el mapeo del mensaje del EPDCCH permite al UE 120 detectar el nivel de agregación agregado de la carga útil del EPDCCH cuando es recibida por el UE 120.

40 Algunas realizaciones que hacen referencia al método descrito anteriormente se describirán ahora con más detalle.

45 De acuerdo con una realización de ejemplo, la figura 11 muestra los principales elementos funcionales de un circuito de codificación de canal 250 en un eNB, o en otro nodo de transmisión tal como el nodo de comunicación 110, para la codificación de canal del EPDCCH. Como se puede ver en la figura 11, el nodo de comunicación 110 tal como un eNB incluye un codificador 252, un circuito de intercalado 254, un circuito de recogida de bits 258, y un circuito de adaptación de velocidad 260. Los componentes mostrados en la figura 11 pueden ser implementados mediante uno o más procesadores, hardware, firmware o una combinación de los mismos. La carga útil del EPDCCH, que incluye bits de información y bits de CRC añadidos, puede ser introducida en el codificador 252. El codificador 252 codifica la carga útil del EPDCCH más los bits de CRC añadidos para generar una secuencia de bits codificados. Esto hace referencia a las Acciones 1001 y 1002 anteriores. El codificador 252 puede incluir, por ejemplo, un codificador convolucional 1/3 de velocidad. Así, con un tamaño de carga útil de N bits a la entrada del codificador convolucional en bucle, existen $3 \times N$ bits a la salida del codificador 252. Alternativamente, pueden utilizarse también otros códigos

de Corrección de error de avance (FEC – Forward Error Correction, en inglés), tales como los códigos de bloque y los códigos Turbo.

Tal como se ilustra en la figura 11, los bits codificados procedentes del codificador 252 son introducidos en el circuito de intercalado 254. La función del circuito de intercalado 254 es reordenar los bits codificados para aumentar la robustez frente a los errores de ráfaga. Esto hace referencia a la Acción 1003 anterior. En una realización de ejemplo, el circuito de intercalado 254 incluye una pluralidad de intercaladores de sub-bloques 256. El flujo de bits codificado obtenido por el codificador 252 se divide en múltiples subflujos que son introducidos en respectivos intercaladores de sub-bloques 256. Los subflujos introducidos en los intercaladores de sub-bloques 256 se pueden

denotar $d_k^{(0)}$, $d_k^{(1)}$ y $d_k^{(2)}$ respectivamente. Los intercaladores de sub-bloques 256 intercalan respectivos flujos de bits, $d_k^{(0)}$, $d_k^{(1)}$ y $d_k^{(2)}$ para generar las secuencias de salida $v_k^{(0)}$, $v_k^{(1)}$ y $v_k^{(2)}$.

El circuito de recogida de bits 258 recoge las secuencias de salida $v_k^{(0)}$, $v_k^{(1)}$ y $v_k^{(2)}$ en una memoria temporal 260 circular. Esto hace referencia a la Acción 1004 anterior. Las secuencias de salida pueden ser leídas secuencialmente en la memoria temporal 260 circular. El circuito de adaptación de velocidad 262 lee los bits codificados de la memoria temporal 260 circular para rellenar los elementos del canal de control asignados al EPDCCH. Esto hace referencia a la Acción 1005 anterior. Si el número de bits transmitidos supera el tamaño de la memoria temporal 260 circular, el circuito de adaptación de velocidad 262 vuelve al inicio de la memoria temporal 260 circular y continúa leyendo bits. Esto es una característica de la construcción de la memoria temporal circular, dado que un mensaje codificado puede ser adaptado en velocidad a cualquier número de bits del canal físico, leyendo la memoria temporal circular durante tantas vueltas como sea necesario.

Puede ocurrir un problema cuando el número de bits codificados en la memoria temporal 260 circular es igual al número de bits en un subconjunto de los eCCE asignados al EPDCCH, es decir, menos de los eCCE reales utilizados en la codificación del mensaje del EPDCCH. En tales casos, la secuencia de bits codificados se puede repetir dos o más veces con cada repetición, empezando en la misma ubicación en la memoria temporal 260 circular. En este caso, el CRC puede pasar por dos o más niveles de agregación diferentes, lo que resulta en ambigüedad. Por ejemplo, un mensaje transmitido del nivel de agregación 4 puede tener su primera mitad de bits codificados perfectamente adaptada al correspondiente mensaje del nivel de agregación 2 codificado. El UE 120 puede, de este modo, codificar correctamente el mensaje del EPDCCH en un nivel de agregación 2 asumido, y la comprobación de CRC indicará que el mensaje es correcto. Por ello, el mensaje es recibido correctamente, pero el nivel de agregación utilizado cuando se efectúa la decodificación no es el mismo que fue transmitido.

En un nuevo ejemplo más detallado, asúmase que un campo de información de 16 bits, que conduce a un tamaño de carga útil de 32 bits tras la adición de un CRC de 16 bits, va a ser transmitido con el nivel de agregación 4, en el que el número de RE disponibles por eCCE es 64 bits. En total, existen de este modo 256 bits codificados y la memoria temporal de adaptación de velocidad contiene 96 bits para ser leídos circularmente en dos y dos tercios de revoluciones, como se puede ver en la figura 12. Incluso si las palabras de código transmitidas realmente se mapean a 4 eCCE, es posible decodificar el mensaje de la DCI utilizando solo el primer eCCE o el último eCCE. En el ejemplo mostrado en la figura 12, los eCCE 1º y 4º podrían ser detectados correctamente como un EPDCCH de Nivel de agregación (AL) = 1, incluso aunque el EPDCCH transmitido utilice AL = 4.

De acuerdo con ello, con 64 bits disponibles por eCCE, una carga útil de 32 bits crea ambigüedad entre AL = 1 y AL = 4, y también ambigüedad con respecto al índice del primer eCCE. La realización de otro análisis muestra que para este ejemplo, las cargas útiles {16, 32, 64, 128} crean ambigüedades similares. No obstante, si existen por el contrario 62 bits por eCCE, las cargas útiles problemáticas son por el contrario {31, 62 y 124}. Por ello, resulta obvio que el conjunto de cargas útiles depende en gran manera del número de RE disponibles por eCCE, que es variable, y el método del PDCCH para enumerar el conjunto de carga útiles problemáticas y añadir uno o más bits de cero no es una solución factible para el EPDCCH.

La ambigüedad se produce cuando los eCCE son mapeados a los RE en orden consecutivo dentro de un EPDCCH en el sentido de que la primera parte de los bits codificados se mapea al primer eCCE, la segunda parte al segundo eCCE y así sucesivamente. Para solucionar esto, en algunas realizaciones de esta memoria, el mapeo de los bits del EPDCCH codificados se efectúa por el contrario de tal manera que el mapeo se distribuye en una manera estructurada sobre los recursos reservados por los eCCE. De acuerdo con estas realizaciones, el EPDCCH es mapeado a los RE de tal manera que depende del nivel de agregación. Esto se refiere a la Acción 1007 anterior.

Se describe ahora un método de ejemplo para efectuar el modo estructurado sobre los recursos. Para cada nivel de agregación, un mensaje del EPDCCH está constituido por un conjunto de eCCE, en el que cada eCCE es mapeado a un conjunto de múltiplos de eREG. Cada eREG es un grupo único de RE en el par de PRB y un mensaje del EPDCCH es mapeado a un conjunto de RE que constituye los múltiplos de eREG al cual corresponden los eCCE. Viendo el conjunto de RE reservado por los eREG asignados que pertenecen al mensaje del EPDCCH, el orden en el cual los símbolos del EPDCCH son mapeados a los mismos puede ser elegido de diferentes modos. El orden en estas realizaciones de ejemplo depende del nivel de agregación; no obstante, también son posibles otras opciones.

Por ejemplo, mapeando los símbolos del EPDCCH en un primer modo de subportadora sobre los eREG asignados, preferiblemente todos los eREG, que pertenecen a todos los eCCE asignados, en cada par de PRB, puede obtenerse un intercalado de los eREG y también de los eCCE, como se indica en la figura 13. Dado que el número de eREG depende del nivel de agregación, el orden del mapeo resulta también dependiente del nivel de agregación. Si el UE 120 asume un nivel de agregación erróneo, fallará en la decodificación del mensaje del EPDCCH y por ello la ambigüedad se resuelve. La figura 13 ilustra cómo pueden ser mapeados los eCCE a eREG de acuerdo con una realización de ejemplo.

En el ejemplo mostrado en la figura 13, un eCCE es mapeado a los eREG 0, 4, 8 y 12, ilustrados mediante casillas con líneas de borde gruesas, y otro eCCE a los eREG 1, 5, 9 y 13, ilustrados mediante casillas con líneas de borde discontinuas. Si un EPDCCH es mapeado primero en frecuencia dentro del par de PRB, a través de todos los eREG, entonces un mensaje que utiliza solo el primer eCCE sería mapeado a los RE indicados por 0,4 y 8 en el primer símbolo de OFDM, continuando con los RE 12,0 4 en el 2º símbolo de OFDM y así sucesivamente. Para un mensaje del EPDCCH que utiliza el nivel de agregación dos, el EPDCCH sería mapeado en forma de una primera subportadora al RE marcada como 0, 1, 4, 5, 8 y 9 en el primer símbolo de OFDM y así sucesivamente en el 2º* símbolo de OFDM. Un UE que intenta decodificar un EPDCCH bajo la asunción de un nivel de agregación erróneo no podrá decodificar con éxito el mensaje del EPDCCH debido a este intercalado de RE perteneciente a diferentes eCCE.

Por ello, para niveles de agregación mayores de uno, este ejemplo ilustra que los eCCE resultan intercalados, lo que produce efectivamente un nivel de agregación dependiente del mapeo del RE.

En otro ejemplo, el mapeo de un EPDCCH se realiza en forma de una primera subportadora, sobre todos los eREG de los pares de PRB pertenecientes al conjunto del EPDCCH y después, en el tiempo. Esto consigue asimismo el intercalado de los eCCE debido al mapeo, y el mapeo resulta dependiente del nivel de agregación utilizado. Si el UE 120 asume el nivel de agregación erróneo, el UE 120 fallará en la decodificación del mensaje del EPDCCH y por ello la ambigüedad se resuelve.

De acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo, para detectar si se ha utilizado el nivel de agregación correcto cuando se decodifica el EPDCCH, cada mensaje de la DCI puede ser aleatorizado con una secuencia de aleatorización específica para un nivel de agregación. Esto hace referencia a la Acción 1008 anterior.

Por ello, el bloque de bits $b^{(i)}(0), \dots, b^{(i)}(M_{\text{bit}}^{(i)} - 1)$ en cada uno de los canales de control para ser transmitidos en una subtrama, donde $M_{\text{bit}}^{(i)}$ es el número de bits en una subtrama para ser transmitidos en el canal de control número i del de enlace descendente físico mejorado, es aleatorizado, lo que resulta en un bloque de bits aleatorizados $\tilde{b}^{(i)}(0), \dots, \tilde{b}^{(i)}(M_{\text{bit}}^{(i)} - 1)$, de acuerdo con la ecuación (5) que se muestra a continuación:

$$\tilde{b}(k) = (b(k) + c_{AL(i)}(k)) \bmod 2, \quad k = 0, \dots, M_{\text{bit}}^{(i)} - 1 \quad (5)$$

en la que $c_{AL(i)}(k)$ es una secuencia de aleatorización que depende del nivel de agregación, $AL(i)$ del EPDCCH número i .

De acuerdo con otra realización de ejemplo, la secuencia de aleatorización dependiente del nivel de agregación se obtiene mediante un desfase de la misma secuencia de aleatorización de base $c(k)$ mediante una etapa que depende del nivel de agregación de acuerdo con la ecuación (6) mostrada a continuación:

$$\tilde{b}(k) = (b(k) + c(k + f(AL(i)))) \bmod 2, \quad k = 0, \dots, M_{\text{bit}} - 1 \quad (6)$$

en la que $f(AL(i))$ es una función de desfase que describe la cantidad de desfase. El propósito de la función de desfase es que cada nivel de agregación posible tenga en lo posible una única secuencia.

En otro ejemplo, la función de desfase viene dada por la Tabla 4 que sigue. Es asimismo posible prever otros de tales ejemplos, que cada nivel de agregación está asociado con cualquier número arbitrario, con tal de que ninguno de los niveles de agregación comparta el mismo número.

Tabla 4

AL	$f(AL(i))$
1	0
2	1
4	2
8	3
16	4
32	5

De acuerdo con otra realización de ejemplo, la función de desfase es $f(x) = x$, lo que lleva a la ecuación (7) mostrada a continuación:

$$\tilde{b}(k) = (b(k) + c(k + AL(i))) \bmod 2, \quad k = 0, \dots, M_{bit} - 1 \quad (7)$$

en la que la secuencia de aleatorización de base es $c(k)$ y $AL(i)$ es el nivel de agregación del EPDCCH número i .

En otra realización de ejemplo, la inicialización de la secuencia de aleatorización depende del nivel de agregación. Para esta realización, el generador de secuencia de aleatorización puede ser inicializado como se muestra en la ecuación (8) que sigue:

$$c_{init} = \lfloor n_s / 2 \rfloor 2^9 + X + f(AL(i)) \quad (8)$$

al inicio de cada subtrama, donde $X = N_{ID}^{célula}$ o alternativamente, el parámetro X puede ser un parámetro configurado específico para un UE, donde n_s es el número de intervalo.

En otra realización de ejemplo más, la aleatorización de la secuencia de bits $\tilde{b}(k)$ puede ser efectuada como se muestra en la ecuación (9) que sigue:

$$\tilde{b}(k) = (b(k) + c(k)) \bmod 2, \quad k = 0, \dots, M_{bit} - 1 \quad (9)$$

En la que la inicialización a la secuencia de aleatorización $c(k)$ puede, por ejemplo, ser configurada como se muestra a continuación en la ecuación (10):

$$c_{init} = Y + X + Z + f(AL(i)) \quad (10)$$

en la que Y es un factor dependiente del tiempo que puede, por ejemplo, estar basado en el número de subtrama junto con o sin un desfase fijo, por ejemplo, $y = \lfloor n_s / 2 \rfloor 2^9$, y X es una identidad que puede depender en alguna forma de la identidad de célula. X puede, por ejemplo, ser igual al identificador de célula física (PCI), es decir,

$X = N_{ID}^{célula}$, o en otro ejemplo ser igual al identificador del EPDCCH, es decir, $X = n_{ID}^{EPDCCH}$. En un tercer ejemplo, X puede ser igual al identificador del DM-RS, es decir, $X = n_{ID}^{DMRS,i}$, Z es un factor que puede depender del identificador del UE, por ejemplo, el identificador temporal de la red de radio de célula de los UE (C-RNTI), y $f(AL(i))$ puede ser una función dependiente del nivel de agregación. Un ejemplo de una función $f(AL(i))$ que depende del nivel de agregación se muestra en la Tabla 4 (mostrada anteriormente).

De acuerdo con una realización de ejemplo, una o varias de las tres variables Y , X y Z puede ser también omitida de la función de inicialización, o ajustada a cero. En la realización actual, el nodo de comunicación 110 efectúa la

aleatorización del mensaje del EPDCCH antes de transmitirlo al UE 120. El UE 120 efectuará en el procesamiento del receptor una desaleatorización como parte de sus procesos de descodificación del mensaje del EPDCCH.

De acuerdo con otras realizaciones de ejemplo, los bits codificados pueden ser desfasados cíclicamente para asegurar que los niveles de agregación diferentes son, en lo posible, únicos, cuando se descodifican los mensajes del EPDCCH. Esto hace referencia a la Acción 1008 anterior. El desfase cíclico puede ser implementado en diferentes estados, como se indica mediante los siguientes ejemplos. En algunas realizaciones el desfase cíclico puede ser implementado en los bits codificados de acuerdo con la ecuación (11) mostrada a continuación.

$$\tilde{b}(k) = b((k + f(AL(i)) \bmod M_{\text{bit}})) \quad (11)$$

en la que $k = 0, \dots, M_{\text{bit}} - 1$, y en la que la función $f(AL(i))$ es un desfase cíclico que depende del nivel de agregación, $b(k)$ son los bits codificados para los mensajes del EPDCCH antes o después del acuerdo de la velocidad de la memoria temporal circular del mensaje del EPDCCH, M_{bit} es el número de bits asociados con un EPDCCH que se está transmitiendo por parte del nodo de comunicación 110, tal como un eNB, al UE 120 en una subtrama, y $\tilde{b}(k)$ es una secuencia de bits desfasada cíclicamente que, tras un posterior procesamiento, es transmitida desde el nodo de comunicación 110, tal como un eNB, al UE 120. El UE 120 necesitaría efectuar una operación inversa antes de intentar descodificar el mensaje del EPDCCH, es decir, de desfasar cíclicamente la secuencia de bits recibida. Un ejemplo de una función de desfase cíclico $f(AL(i))$ basada en el nivel de agregación se muestra en la Tabla 4 (mostrada anteriormente).

De acuerdo con otra realización de ejemplo, el desfase cíclico puede ser implementado en símbolos modulados, los símbolos modulados pueden, por ejemplo, ser símbolos de codificación mediante desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying, en inglés), pero las realizaciones no están limitados a ello. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se efectúa un desfase cíclico de símbolos modulados, como se muestra en la ecuación (12).

$$\tilde{d}(k) = d((k + f(AL(i)) \bmod M_{\text{syimb}})) \quad (12)$$

siendo $k = 0, \dots, M_{\text{syimb}} - 1$ y en la que la función $f(AL(i))$ es un desfase cíclico que depende del nivel de agregación para el mensaje i del EPDCCH, $d(k)$ son los símbolos modulados de un mensaje de EPDCCH, M_{syimb} es el número de símbolos modulados asociados con un EPDCCH que está siendo transmitido por el nodo de comunicación 110, tal como un eNB, al UE 120 en una subtrama, y $\tilde{d}(k)$ es la secuencia modulada desfasada cíclicamente que, tras un nuevo procesamiento, es transmitida desde el nodo de comunicación 110, tal como un eNB, al UE 120. El UE 120 necesitaría efectuar una operación inversa antes de intentar la descodificación del mensaje del EPDCCH, es decir, desfasar cíclicamente la secuencia modulada recibida.

Un ejemplo de una función de desfase cíclico basado en el nivel de agregación se muestra en la Tabla 4. En el ejemplo anterior, el desfase cíclico es efectuado sobre símbolos modulados; no obstante, el desfase cíclico puede ser asimismo efectuado en símbolos modulados precodificados.

De acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo, los bits codificados pueden ser agrupados en porciones del mismo o diferente tamaño que contienen uno o más bits y las porciones son reordenadas, bien antes o después del acuerdo de velocidad de la memoria temporal circular. Esto hace referencia a la Acción 1008 anterior. El orden en el que los bits son introducidos depende del nivel de agregación, que puede ser expresado como se muestra en la ecuación (13) que sigue.

$$\tilde{b}(k) = b(\Pi_{AL(i)}(k)) \quad (13)$$

siendo $k = 0, \dots, M_{\text{bit}} - 1$ y en el que $\Pi_{AL(i)}(k)$ es una secuencia de permutación que depende del nivel de agregación que reordena las porciones de la secuencia introducida.

De acuerdo con una realización de ejemplo, es posible definir asimismo porciones de símbolos modulados y, en este caso, la reordenación de las porciones puede ser asimismo realizada a nivel de símbolo tras la modulación de acuerdo con (14), como que muestra a continuación.

$$\tilde{d}(k) = d(\Pi_{AL(i)}(k)) \quad (14)$$

siendo $k = 0, \dots, M_{\text{simb}} - 1$ para cada mensaje i del EPDCCH. La secuencia de permutación $\Pi_{AL(i)}(k)$ puede ser una secuencia de índice desfasada cíclicamente. Las porciones de bits o de símbolos modulados pueden, por ejemplo, tener un tamaño igual a un grupo de elementos eREG de recursos mejorados.

5 Las realizaciones de ejemplo permiten la eliminación de ambigüedades debido a la detección del nivel de agregación erróneo de un mensaje del EPDCCH, lo que lleva a la eliminación del problema de seleccionar el recurso de ACK/NACK (A/N) de UL dado que el recurso A/N viene dado por el índice del primer eCCE. Si el nivel de agregación, y en consecuencia el índice de inicio del eCCE está correctamente detectado, entonces ya no existe el problema de la selección del recurso A/N.

10 Para llevar a cabo las acciones del método para el mapeo de símbolos de un mensaje de EPDCCH descrito anteriormente en relación con la figura 10, el nodo de comunicación 110 comprende la siguiente disposición representada en la figura 11 y la figura 14. Como se ha mencionado anteriormente.

15 El nodo de comunicación 110 puede comprender un procesador 302, o múltiples núcleos de procesador, una memoria 304, uno o más dispositivos de almacenamiento secundario 306, una unidad de interfaz tal como una interfaz 308 de comunicaciones, para facilitar las comunicaciones entre el nodo de comunicación 110 y otros nodos / dispositivos, por ejemplo, el UE 120 u otros UE, y un circuito de codificación de canales 250. El circuito de codificación de canales 250 se representa en la figura 11 y ha sido descrito anteriormente. Está comprendido en el nodo de comunicación 110, tal como se representa en la figura 14. De manera alternativa, el nodo de comunicación 110 puede estar configurado para ser un UE que es capaz de recibir y descodificar los mensajes descritos en las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente. La unidad de interfaz 308 puede, por ejemplo, incluir un transceptor configurado para transmitir y recibir señales de radio sobre una interfaz aérea de acuerdo con un estándar adecuado. Como se ha mencionado anteriormente, el EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación. Para cada nivel de agregación, un mensaje de EPDCCH está constituido por un conjunto de eCCE. Cada eCCE está mapeado a un conjunto de múltiples eREG, donde cada eREG es un grupo de RE en un par de PRB. El nodo de comunicación 110 puede, por ejemplo, ser un eNodo B o un nodo repetidor.

25 El nodo de comunicación 110 comprende el circuito de codificación de canales 250 configurado para mapear los símbolos del mensaje del EPDCCH al conjunto de RE que constituye los múltiples eREG a los cuales corresponde el conjunto de eCCE. El orden en el cual son mapeados los símbolos del EPDCCH al conjunto de RE depende del nivel de agregación.

30 El circuito de codificación de canales 250 puede además estar configurado para mapear los símbolos del EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados de un conjunto de pares de PRB del EPDCCH, y después, en el tiempo.

35 En algunas realizaciones, el circuito de codificación de canales 250 está además configurado para mapear los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE mediante el mapeo de los símbolos del EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados, dentro de cada par de PRB, y después en el tiempo, y luego sobre los pares de PRB del conjunto del EPDCCH.

En algunas realizaciones alternativas, el circuito de codificación de canales 250 está además configurado para mapear los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE, mapeando los símbolos del EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados en todos los pares de PRB que pertenecen a un conjunto de EPDCCH, y después en el tiempo.

40 El circuito de codificación de canales 250 puede estar además configurado para llevar a cabo una aleatorización específica para un nivel de agregación del mensaje del EPDCCH.

45 En algunas realizaciones, el circuito de codificación de canales 250 está además configurado para llevar a cabo la aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH agrupando los bits codificados en porciones de bits de igual o diferente tamaño que comprenden uno o más bits, y reordenando las porciones de bits en un orden que depende del nivel de agregación.

En algunas realizaciones, el circuito de codificación de canales 250 está además configurado para llevar a cabo la aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH agrupando los símbolos de EPDCCH modulados en porciones de símbolos de igual o diferente tamaño que comprenden uno o más símbolos y reordenando las porciones en un orden que depende del nivel de agregación.

50 El circuito de codificación de canales 250 puede estar además configurado para llevar a cabo la aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH, aleatorizando cada mensaje de DCI del EPDCCH con su correspondiente secuencia de aleatorización específica para el nivel de agregación.

Una inicialización de una secuencia de aleatorización para llevar a cabo la aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH puede depender del nivel de agregación.

El circuito de codificación de canales 250 puede estar además configurado para llevar a cabo la aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH, desfasando cíclicamente los bits codificados, donde el desfasado cíclico de los bits codificados es un desfase cíclico que depende del nivel de agregación.

5 El desfasado cíclico puede ser llevado a cabo sobre símbolos modulados o sobre símbolos modulados precodificados.

El nodo de comunicación 110 puede comprender además el codificador 252 configurado para codificar los bits de carga útil del EPDCCH en bits codificados, y añadir los bits de CRC. El codificador 252 se muestra en la figura 11.

El nodo de comunicación 110 puede comprender además el circuito de intercalado 254 configurado para intercalar cada una de la pluralidad de secuencias de salida. El circuito de intercalado 254 se muestra en la figura 11.

10 El nodo de comunicación 110 puede comprender además el circuito de adaptación de velocidades 262 configurado para leer la pluralidad de secuencias de salida para hacer coincidir el número de bits de canal físico asignados al EPDCCH, y para aleatorizar los bits de la secuencia de salida del circuito de adaptación de velocidades. El circuito de adaptación de velocidades 262 se muestra también en la figura 11.

15 La interfaz 308 puede estar configurada para transmitir el mensaje del EPDCCH mapeado al UE 120, cuyo mapeo del mensaje del EPDCCH permite al UE 120 detectar el nivel de agregación utilizado de la carga útil del EPDCCH cuando es recibida por el UE 120.

El nodo de comunicación 110 puede comprender además el circuito de recogida de bits 258 configurado para recoger las secuencias de salida en una memoria temporal; donde la memoria temporal puede ser una memoria temporal circular del nodo de comunicación 110. El circuito de recogida de bits 258 se muestra en la figura 11.

20 Las realizaciones de ejemplo descritas proporcionan la eliminación de ambigüedades debidas a la detección del nivel de agregación erróneo de un mensaje de EPDCCH. Debe entenderse que esta descripción no pretende limitar la invención, que está definida en las reivindicaciones adjuntas.

25 Aunque las características y elementos de las actuales realizaciones de ejemplo se describen en las realizaciones en combinaciones particulares, cada característica o elemento se puede utilizar sola, sin las otras características y elementos de las realizaciones, o en varias combinaciones con o sin otras características y elementos descritos en esta memoria. Los métodos o diagramas de flujo proporcionados en la presente solicitud pueden ser implementados en un programa de ordenador, software o firmware realizado de manera tangible en un medio de almacenamiento legible por ordenador para su ejecución mediante un ordenador o procesador programado específicamente.

30 De acuerdo con una realización de ejemplo, existe un método para eliminar los errores de detección del Canal de control de enlace descendente físico (EPDCCH) en un sistema de Evolución a largo plazo (LTE), comprendiendo el método: codificar una carga útil del EPDCCH que incluye bits de información y bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC) añadidos en bits codificados; reordenar los bits codificados en una pluralidad de secuencias de salida; recoger las secuencias de salida en una memoria temporal; leer las secuencias de salida mediante un circuito de adaptación de velocidades para rellenar los elementos del canal de control asignados por el EPDCCH; y llevar a
35 cabo una aleatorización específica para el nivel de agregación del EPDCCH.

De acuerdo con una realización de ejemplo, la etapa de llevar a cabo la aleatorización específica para un nivel de agregación del EPDCCH comprende, además: aleatorizar cada mensaje de DCI con una secuencia de aleatorización específica para un nivel de agregación. De acuerdo con una realización de ejemplo, la inicialización de la secuencia de aleatorización depende del nivel de agregación. De acuerdo con otra realización de ejemplo, la
40 memoria temporal puede ser una memoria temporal circular.

De acuerdo con una realización de ejemplo, la etapa de llevar a cabo una aleatorización específica para un nivel de agregación del EPDCCH comprende además: desfasar cíclicamente los bits codificados. De acuerdo con una realización de ejemplo, el desfasado cíclico de los bits codificados puede ser un desfasado cíclico que depende del nivel de agregación.

45 De acuerdo con una realización de ejemplo, la etapa de llevar a cabo una aleatorización específica para un nivel de agregación del EPDCCH comprende además: tener un EPDCCH para el mapeo de elementos de recurso (RE) que depende del nivel de agregación.

De acuerdo con una realización de ejemplo, alguno, todos o algún subconjunto de los métodos descritos anteriormente puede ser implementado por un eNodoB o por otro nodo de transmisión, por ejemplo, un nodo repetidor, asociado con el sistema LTE. El eNodoB puede incluir un procesador, una memoria, una interfaz para comunicaciones y un circuito de codificación de canales, uno o más de los cuales están configurados para llevar a
50 cabo las etapas descritas en los párrafos anteriores. De acuerdo con una realización de ejemplo el circuito de codificación de canales puede incluir un codificador, un circuito de intercalado, un circuito de recogida de bits y un circuito de adaptación de velocidades.

De acuerdo con una realización de ejemplo, se proporciona un método en el nodo de comunicación 110 para el manejo de un mensaje del EPDCCH, comprendiendo el método:

codificar la carga útil de un EPDCCH que incluye bits de información y bits de Comprobación de redundancia cíclica, CRC, en bits codificados;

5 reordenar los bits codificados en una pluralidad de secuencias de salida;

recoger las secuencias de salida en una memoria temporal;

leer las secuencias de salida mediante un circuito de adaptación de velocidades para rellenar los elementos del canal de control asignados por el EPDCCH; y

llevar a cabo una aleatorización específica para un nivel de agregación del EPDCCH.

10 El mensaje de EPDCCH aleatorizado de manera específica para el nivel de agregación puede entonces ser transmitido al UE 120.

La aleatorización específica para un nivel de agregación del EPDCCH permite al UE 120 detectar el nivel de agregación utilizado del mensaje del EPDCCH cuando es recibido por el UE 120.

REIVINDICACIONES

1. Método en un nodo de comunicación (110) para el mapeo de símbolos de un mensaje de un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, cuyo EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación, en el que para cada nivel de agregación, un mensaje del EPDCCH está constituido por un conjunto de elementos de canal de control, eCCE, en el que cada eCCE es mapeado a un conjunto de grupos de elementos de recurso mejorados, eREG, en el que cada eREG es un grupo de elementos de recurso, RE, en un par de bloques de recurso físicos, PRB, y en el que el método está caracterizado por:
- 5 mapear (1007) los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE que constituye los múltiples eREG a los cuales corresponde el conjunto de eCCE, en el que el orden en el cual son mapeados los símbolos de EPDCCH al conjunto de RE depende del nivel de agregación, y en el que el mapeo (1007) se lleva a cabo mapeando los símbolos de EPDCCH en forma de una primera soportadora sobre los eREG asignados de un conjunto de pares de PRB del EPDCCH y, a continuación, en el tiempo, y
- 10 transmitir (1009) el mensaje del EPDCCH mapeado a un equipo de usuario, UE, (120), cuyo mapeo del mensaje del EPDCCH permite al UE (120) detectar el nivel de agregación utilizado de la carga útil del EPDCCH cuando es recibida por el UE (120).
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mapeo (1007) de los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE es llevado a cabo mapeando los símbolos de EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados, dentro de cada par de PRB y, a continuación en el tiempo, y después sobre los pares de PRB del conjunto de EPDCCH.
- 20 3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 – 2, en el que el mapeo (1007) de los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE se lleva a cabo mapeando los símbolos de EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados en todos los pares PRB que pertenecen a un conjunto de EPDCCH, y después, en el tiempo.
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 – 3, que comprende además:
- 25 añadir (1001) bits de Comprobación de redundancia cíclica, CRC, y codificar (1002) los bits de carga útil del EPDCCH en tres flujos de paridad de salida de bits codificados,
- intercalar (1003) cada una de la pluralidad de secuencias de salida,
- leer (1005) la pluralidad de secuencias de salida para hacer coincidir el número de bits de canal físico asignados al EPDCCH, y
- 30 aleatorizar (1006) la secuencia de bits de salida.
5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 – 4, que comprende además:
- efectuar (1008) una aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que efectuar (1008) una aleatorización específica para un nivel de agregación del mensaje del EPDCCH comprende además agrupar los bits codificados en porciones de bits de tamaño igual o diferente, que comprenden uno o más bits y reordenar las porciones de bits en un orden que depende del nivel de agregación.
- 35 7. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que efectuar (1008) una aleatorización específica para un nivel de agregación del mensaje del EPDCCH comprende además agrupar los símbolos de EPDCCH modulados en porciones de símbolos en un orden que depende del nivel de agregación.
- 40 8. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que efectuar (1008) la aleatorización específica para el nivel de agregación del EPDCCH comprende además la aleatorización de cada mensaje de Información del canal de enlace descendente, DCI, del EPDCCH que corresponde a la secuencia de aleatorización específica para el nivel de agregación.
9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 – 8, en el que una inicialización de una secuencia de aleatorización para llevar a cabo la nivel de aleatorización específica para el nivel de agregación del mensaje del EPDCCH depende del nivel de agregación.
- 45 10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 – 9, en el que efectuar (1008) una aleatorización específica para un nivel de agregación del mensaje del EPDCCH comprende además desplazar cíclicamente los bits codificados, en el que el desplazamiento cíclico de los bits codificados es un desplazamiento cíclico que depende del nivel de agregación.
- 50

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el desplazamiento cíclico se efectúa en símbolos modulados o en símbolos modulados precodificados.
12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 – 11, que comprende además:
 5 recoger (1004) las secuencias de salida en una memoria temporal; en el que la memoria temporal es una memoria temporal circular.
13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 – 12, en el que el nodo de comunicación (110) es un eNodoB o un nodo repetidor.
14. Un nodo de comunicación (110) para el mapeo de símbolos de un mensaje del Canal de control del enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, cuyo EPDCCH comprende uno o más niveles de agregación, en el que para
 10 cada nivel de agregación, un mensaje de EPDCCH está constituido por un conjunto de Elementos de canal de control, eCCE, donde cada eCCE es mapeado a un conjunto de múltiples Grupos de elementos de recurso mejorados, eREG, en el que cada eREG es un grupo de Elementos de recurso, RE, en un par de Bloques de recursos físicos, PRB, y en el que el nodo de comunicación (110) está caracterizado por que comprende:
 15 un circuito de codificación de canal (250) configurado para mapear los símbolos del mensaje de EPDCCH a un conjunto de RE que constituye los múltiples eREG al cual corresponde el conjunto de eCCE, en el que el orden en el que son mapeados los símbolos de EPDCCH a un conjunto de RE depende del nivel de agregación, y en el que el circuito de codificación de canal (250) está además configurado para mapear los símbolos de EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados de un conjunto de pares de PRB del EPDCCH, y después en el tiempo; y
 20 que comprende además una interfaz (308) para comunicaciones, cuya interfaz (308) está configurada para transmitir el mensaje del EPDCCH mapeado a un equipo de usuario, UE, (120), cuyo mapeo del mensaje del EPDCCH permite al UE (120) detectar el nivel de agregación utilizado de la carga útil del EPDCCH cuando es recibida por el UE (120).
15. El nodo de comunicación (110) de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el circuito de codificación de canal (250) está además configurado para mapear los símbolos del mensaje del EPDCCH a un conjunto de RE, mapeando los símbolos de EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados dentro de
 25 cada par de PRB y, después, en el tiempo y, a continuación, sobre los pares PRB en el conjunto de EPDCCH.
16. El nodo de comunicación (110) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 – 15, en el que el circuito de codificación de canal (250) está además configurado para mapear los símbolos del mensaje del EPDCCH a un
 30 conjunto de RE, mapeando los símbolos de EPDCCH en forma de una primera subportadora sobre los eREG asignados en todos los pares PRB que pertenecen a un conjunto de EPDCCH y, a continuación, en el tiempo.
17. El nodo de comunicación (110) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 – 16, que comprende además:
 35 un codificador (252), configurado para añadir bits de Comprobación de redundancia cíclica, CRC, y codificar los bits de carga útil del EPDCCH y los bits de CRC en tres flujos de paridad de salida de bits codificados;
 un circuito de intercalado (254), configurado para intercalar cada una de la pluralidad de secuencias de salida,
 un circuito de adaptación de velocidad (262), configurado para leer la pluralidad de secuencias de salida para adaptar el número de bits de canal físico asignados al EPDCCH, y para aleatorizar la secuencia de bits de salida del circuito de adaptación de velocidad.
- 40 18. El nodo de comunicación (110) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 – 17, en el que el circuito de codificación de canal (250) está además configurado para efectuar una aleatorización del mensaje del EPDCCH específica para un nivel de agregación.
19. El nodo de comunicación (110) de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 – 18, en el que el nodo de comunicación (110) es un eNodoB o un nodo repetidor.

45

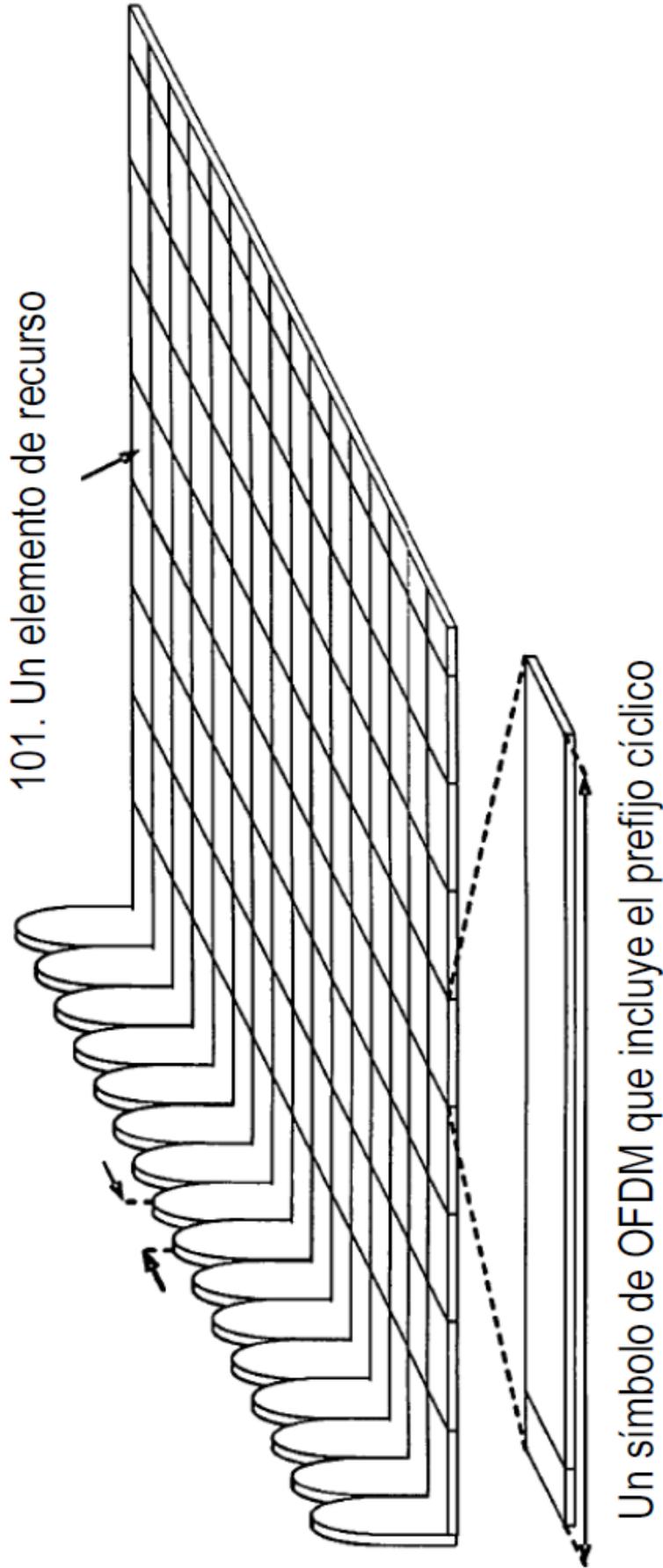


Figura 1 El recurso físico de enlace descendente de LTE

Figura 2

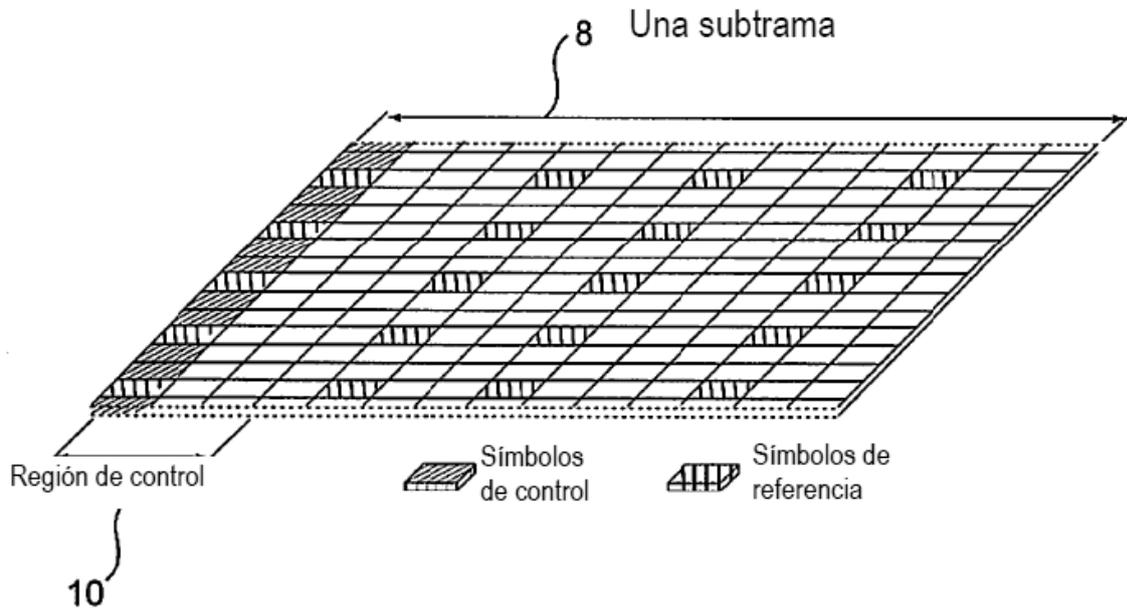


Figura 3

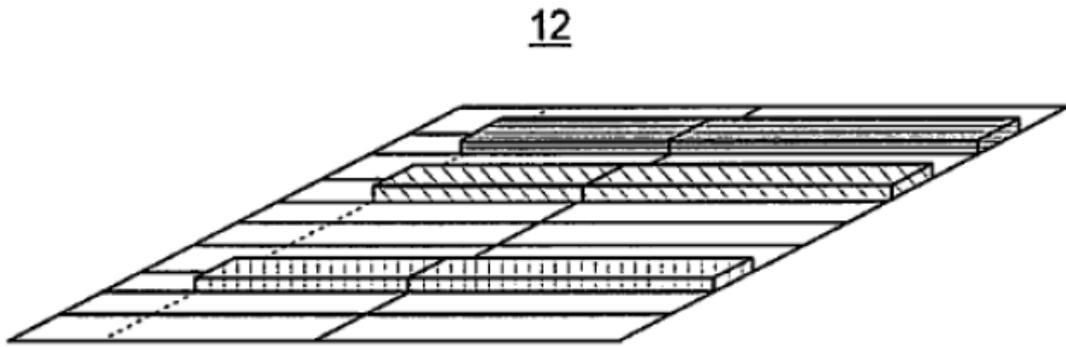


Figura 4

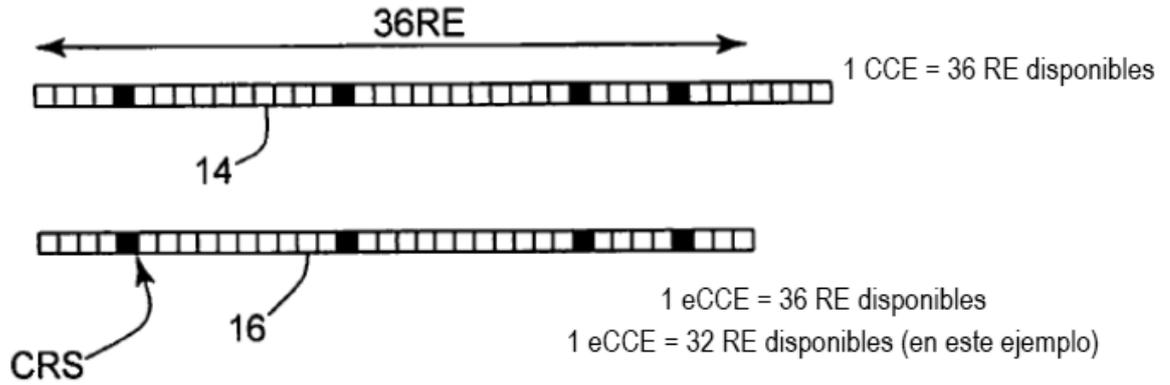


Figura 5

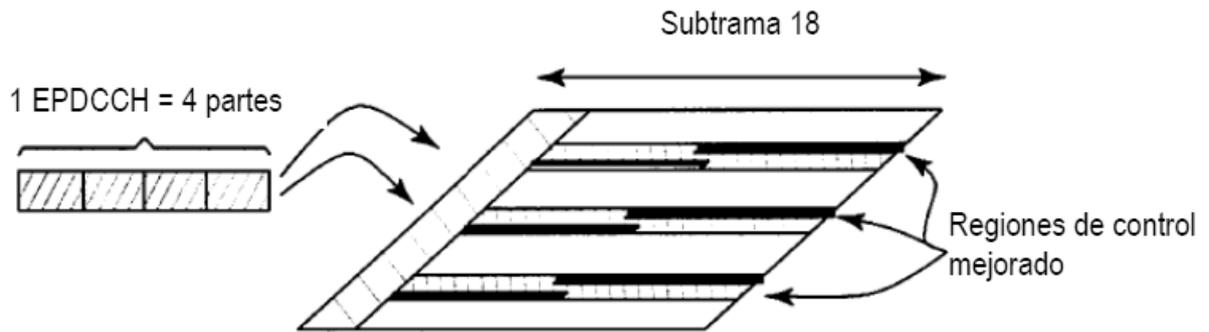


Figura 6

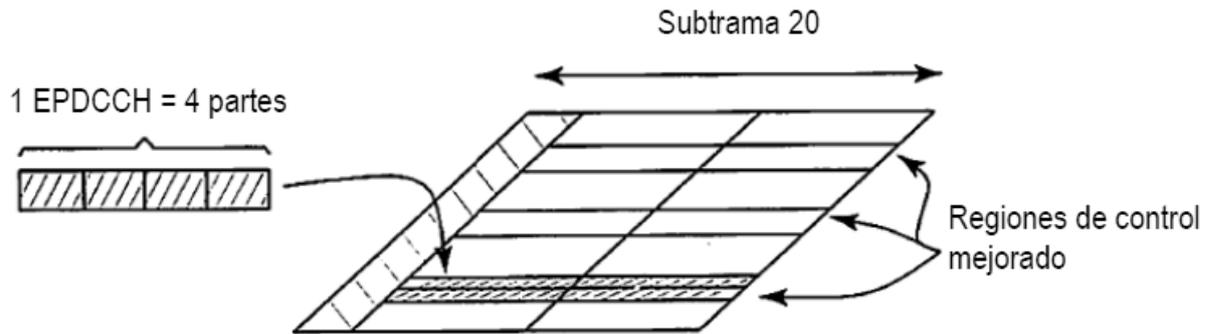


Figura 7

Subportadoras

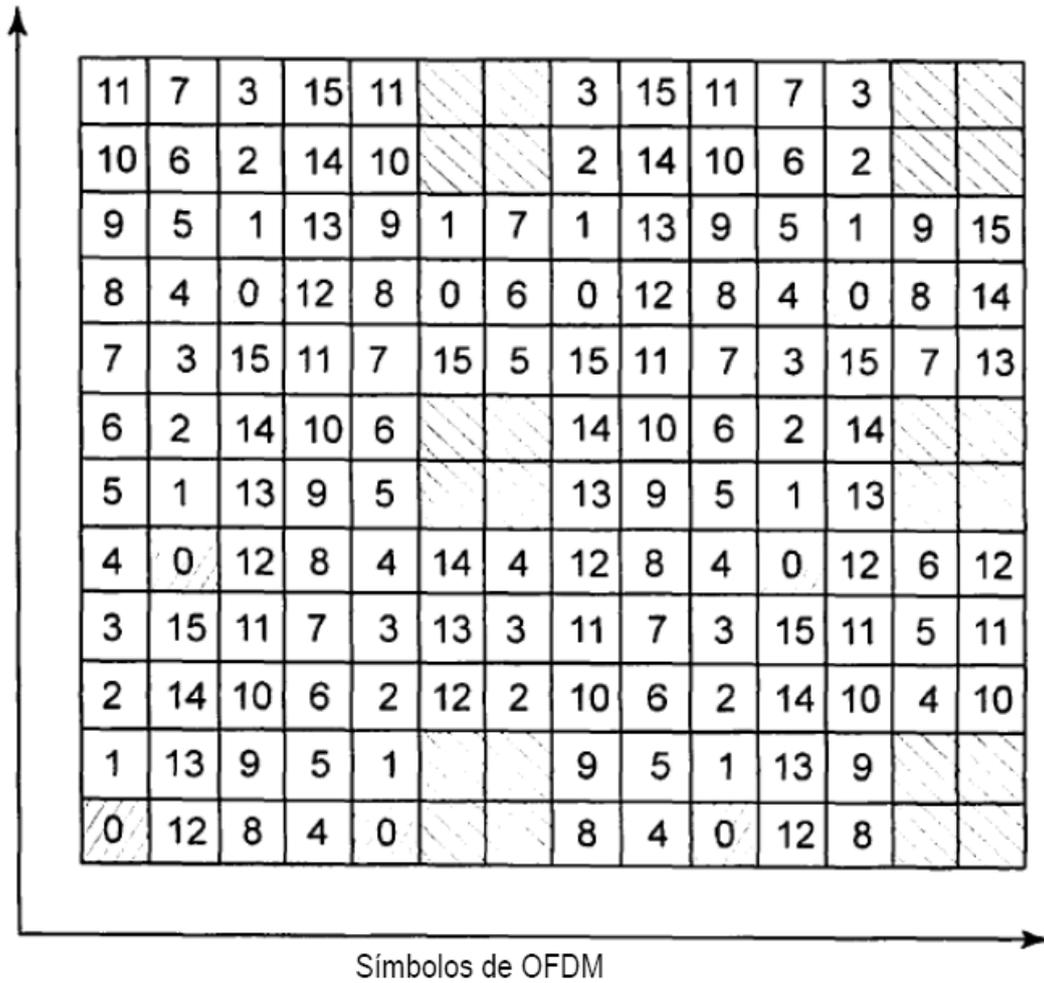
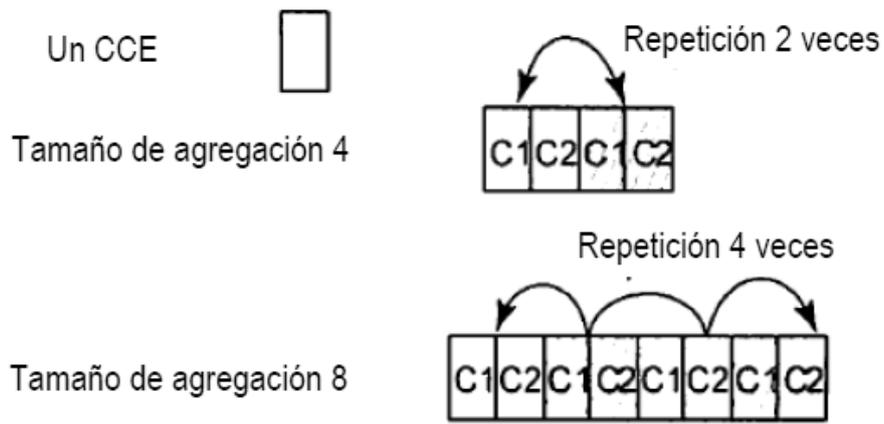


Figura 8

tamaño de CCE = 36
carga útil = 48 bits
2 CCE tienen 144 bits codificados = $48 * 3$
Así que cada dos CCE, vemos una repetición



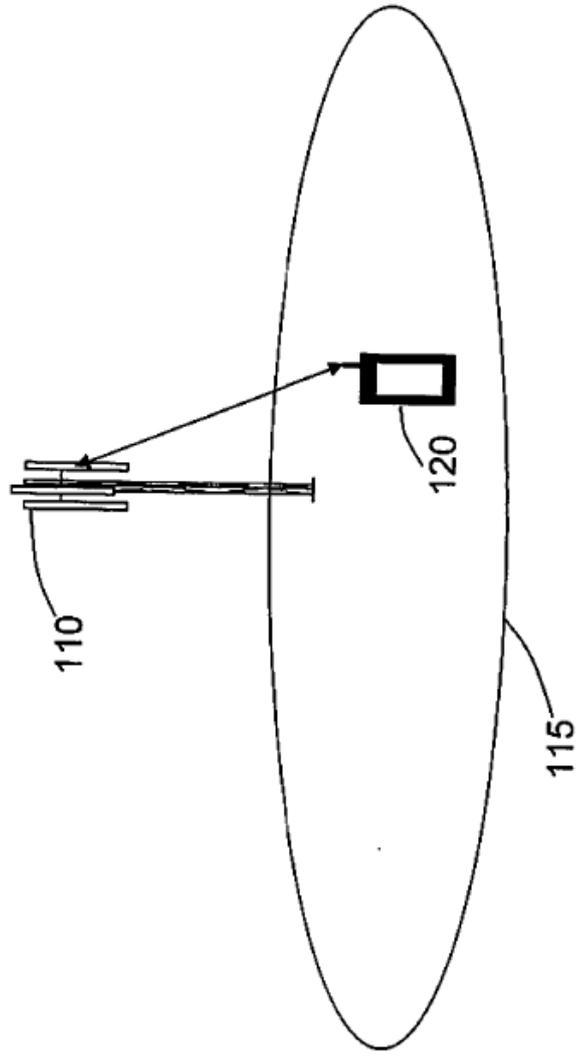


Fig. 9

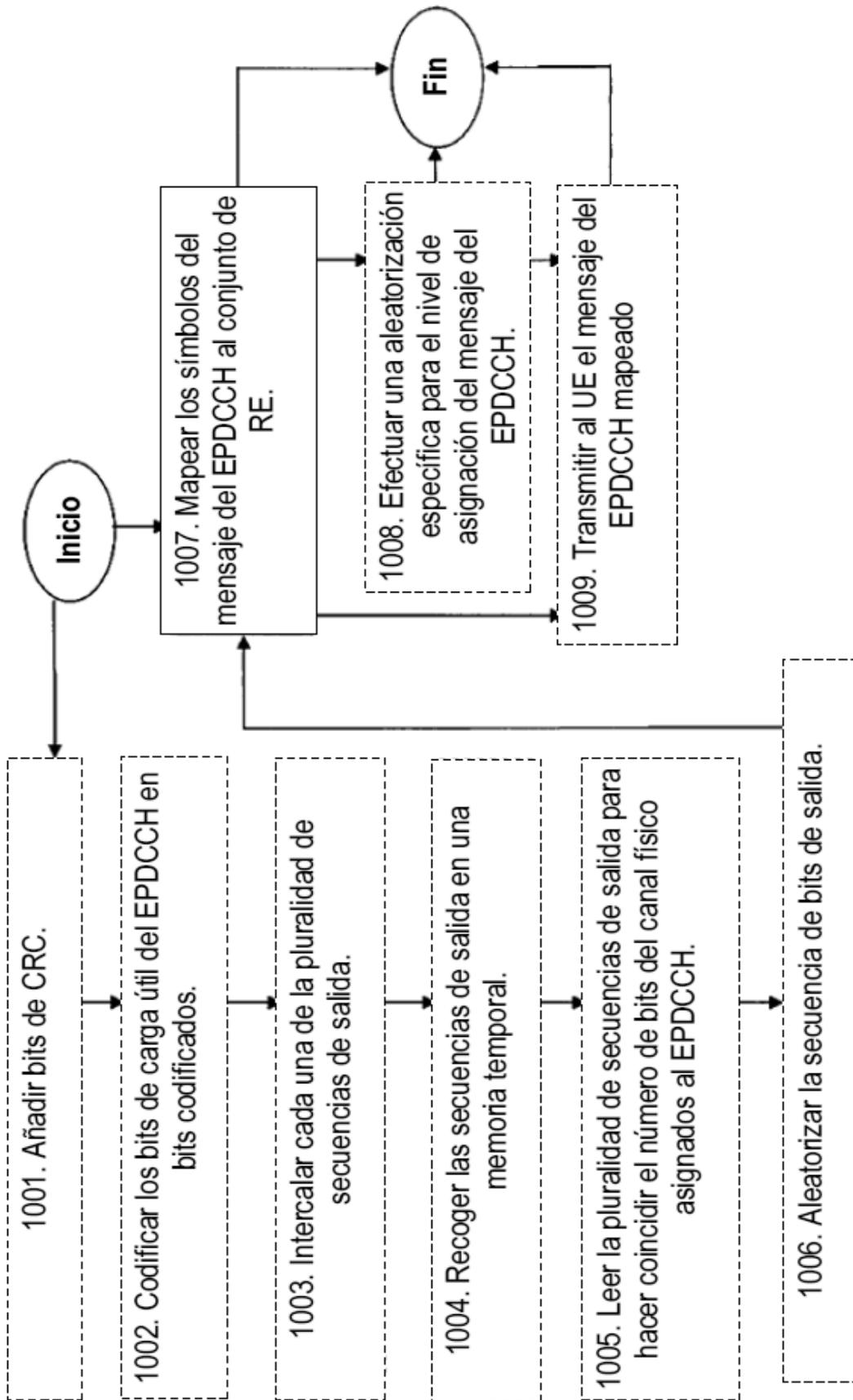


Figura 10

Figura 11

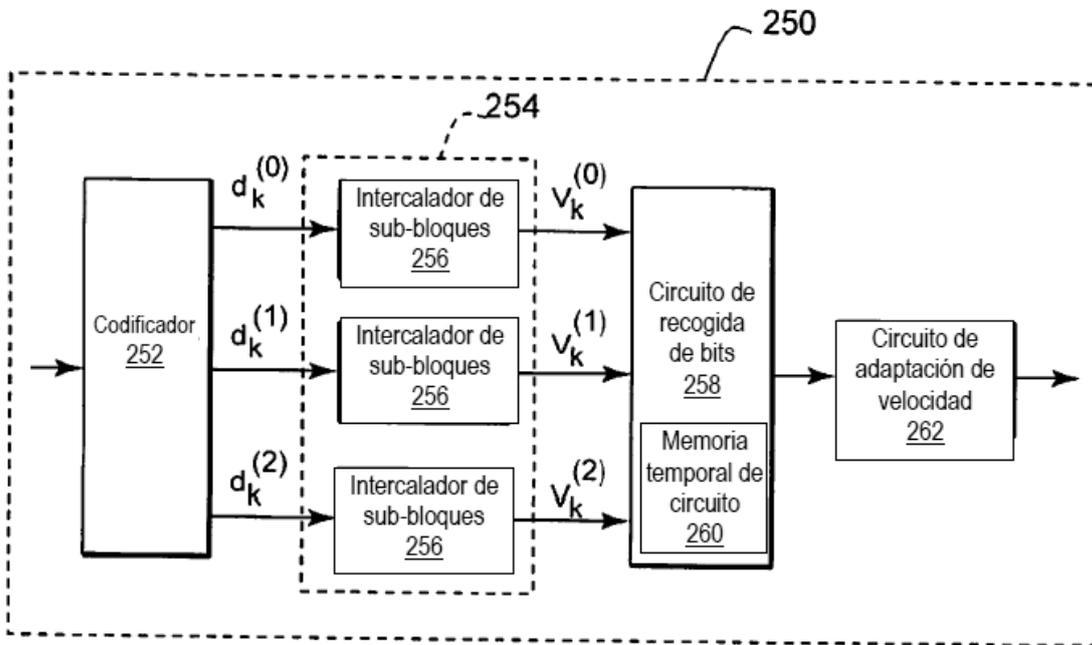
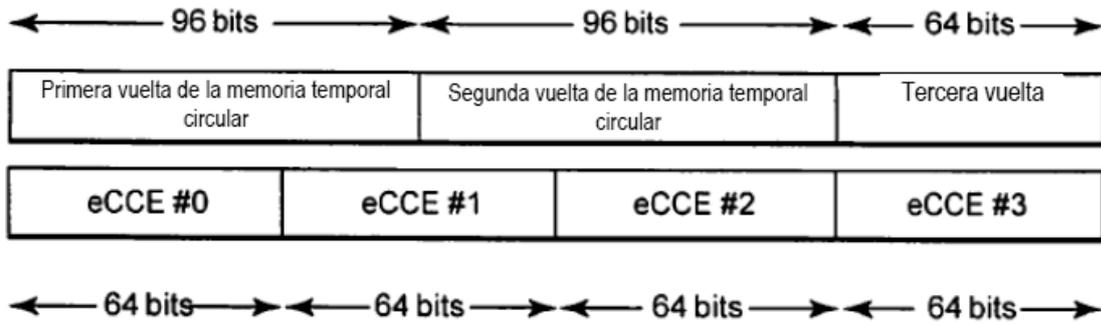


Figura 12



Ejemplo en el que los eCCE 1º y 4º podrían detectar correctamente un EPDCCH de AL = 1 incluso aunque el EPDCCH transmitido utilice AL = 4

Figura 13

Subportadoras

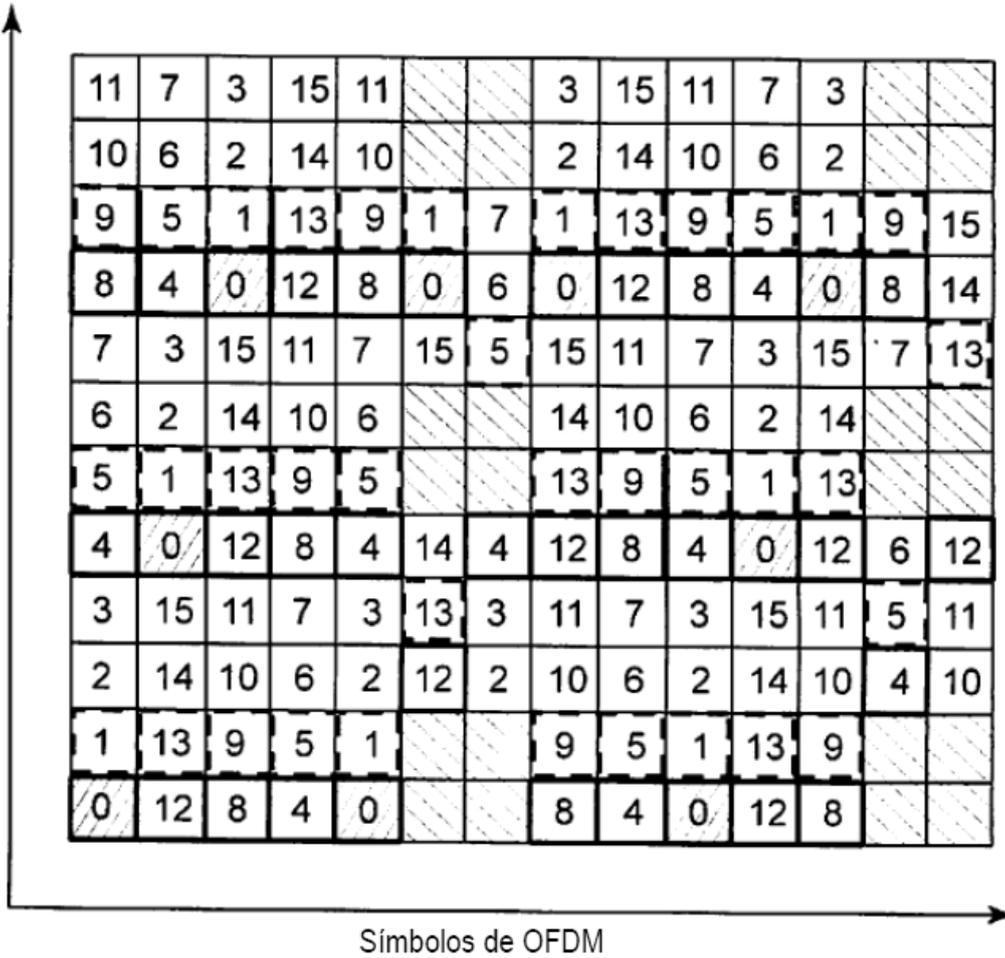
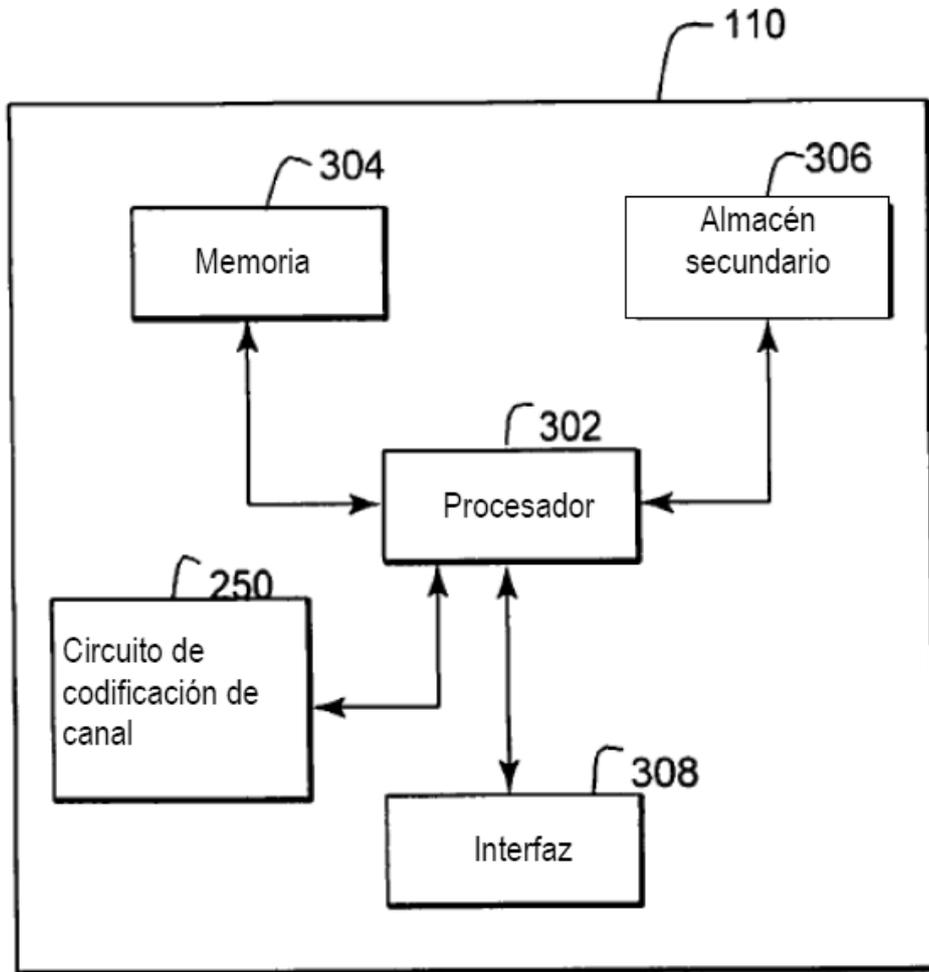


Figura 14



Símbolos de OFDM